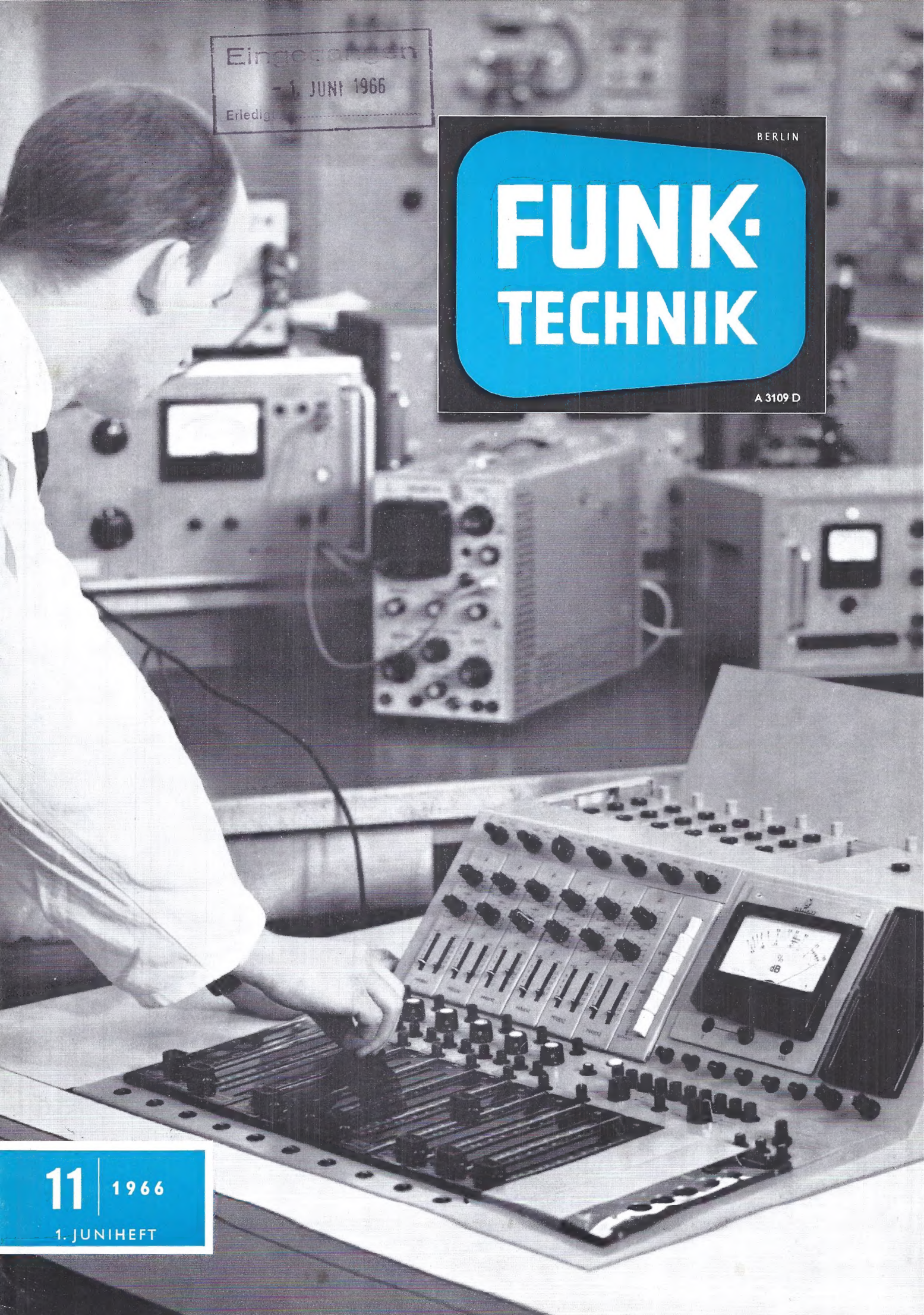
Eingegangen
- 1. JUNI 1966
Erledigt

BERLIN

FUNK-TECHNIK

A 3109 D



11 | 1966
1. JUNIHEFT

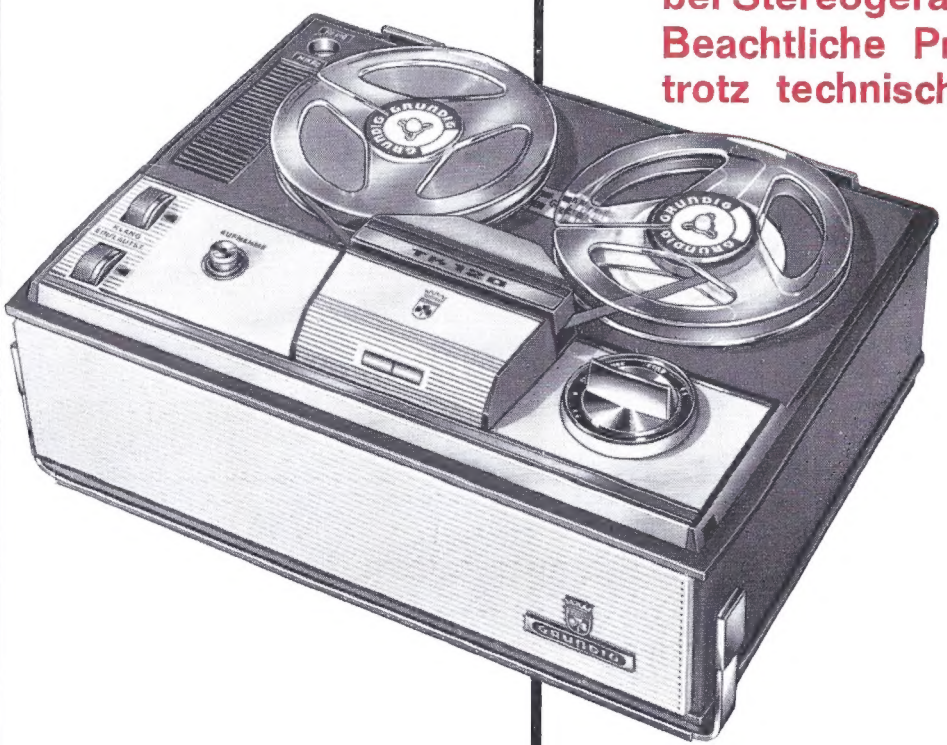
GRUNDIG

Tonbandgeräte

Messe-Neuheiten 1966/67

Der größte Tonbandgerätehersteller der Welt bietet bisher nicht erreichte Leistungen:

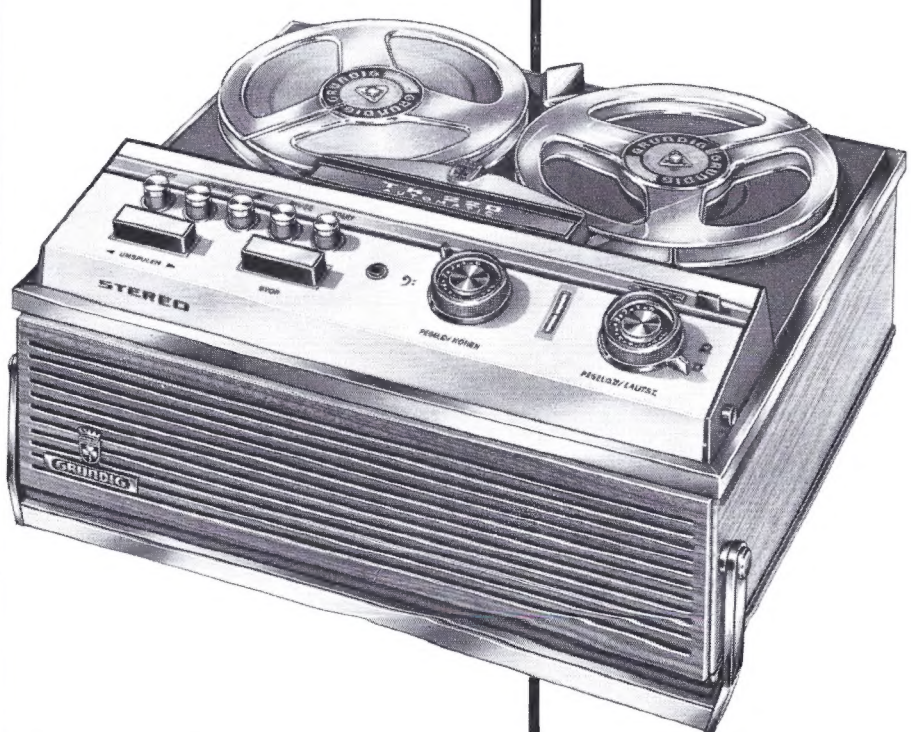
Betriebssichere Einknopfbedienung der Sonderklasse
Der Welt erste Aussteuerungsautomatik bei Stereogeräten
Beachtliche Preissenkung trotz technischer Perfektion



TK 120 und TK 140

TK 125 und TK 145 Automatic

Der neue Einknopf-Betriebsartenschalter — ein würdiges Gegenstück des GRUNDIG Monomat — wird dessen Verkaufserfolgen in nichts nachstehen. Diese praktische Neuerung erhöht die Betriebssicherheit. Die äußerst niedrigen Preise dieser Geräte versprechen Ihnen dazu allerbeste Verkaufserfolge.



TK 220 und TK 245 Automatic

Besonders attraktiv ist das elegante Äußere dieser neuen Modelle der Spitzenklasse. Sensationell die Technik: Mit dem TK 245 Automatic wird es durch GRUNDIG erstmals in der Welt möglich, jetzt Stereo-Aufnahmen automatisch auszusteuern. Ein wichtiges Verkaufsargument.

Verlangen Sie die neue ausführliche „Tonband-Fibel" von den GRUNDIG Werken, 851 Fürth.

FUNK-TECHNIK

RUNDFUNK · FERNSEHEN
PHONO · HI-FI-TECHNIK
MAGNETTON · AMATEURFUNK
MESSTECHNIK · ELEKTRONIK

AUS DEM INHALT

1. JUNIHEFT 1966

gelesen · gehört · gesehen 400

FT meldet 402

Entwicklung der Fernsehtuners 405

Bericht von der Hannover-Messe 1966
Zur Schaltungstechnik der neuen Fernsehempfänger 406

Hi-Fi-Technik
Eine universell einsetzbare Verstärker-Lautsprecher-Kombination 409

Berichte von der Hannover-Messe 1966
Antennen für die Bereiche I, II und III 411
Fernseh-Empfangsantennen für UHF 412

Farbfernsehen
Einführung in die Farbfernsehtechnik ..... F 13

Rundfunk
AM/FM-ZF-Verstärker und regelbare AM-Mischstufe mit Siliziumtransistoren 415

Für den jungen Techniker
Hochfrequenzoszillatoren mit Schwingkreisen 418

Für den KW-Amateur
Teiltransistorisierter SSB-Sender für 80 m mit 300 W PEP 419
Eine neue Rundstrahlantenne für das 2-m-Band für stationären und mobilen Einsatz 422

Durch Messen zum Wissen 424

Neue Bücher 429

Unser Titelbild: Für Misch- und Regiepulte in den tontechnischen Zentralen von Film-, Schallplatten-, Rundfunk- und Fernsehstudios entwickelte Siemens eine neue Bauform, die „Sitral"-Technik (Silizium-Transistor-Leiterplatten-Technik). Die konstruktiv gleichartig aufgebauten Bausteine in Kassettenform sind leicht austauschbar. Die Bauelemente in den Kassetten sind auf einer stabilen Epoxydharz-Leiterplatte (110 mm × 160 mm) montiert, die einschließlich Stecker und Buchsen der Europa-Norm entspricht. Aufnahme: Siemens-Pressebild

Aufnahmen: Verfasser, Werkaufnahmen. Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser. Seiten 398, 403, 404, 413, 421, 423, 425, 426, 428, 430—432 ohne redaktionellen Teil

V66 SE 1

Nickel-Cadmium Akkumulatoren

VARTA baut sie von 0,02 bis 23 Ah. Als Knopf-, Rund- und prismatische Zellen. Die gasdichten und wiederaufladbaren Zellen und Batterien gibt es für die verschiedensten Anwendungsbereiche in praxisbewährten Abmessungen.

Für Radios, Tonband-, Blitz- und andere spezielle netzunabhängige Geräte werden Nickel-Cadmium Batterien mit entsprechenden Spannungen angeboten.

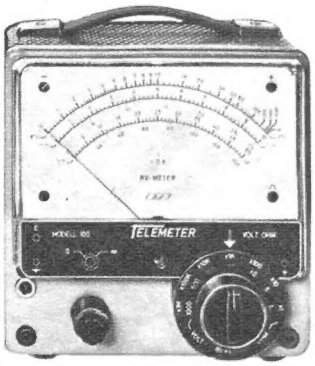
VARTA Nickel-Cadmium Akkumulatoren werden rationell und in großen Serien hergestellt — ein Vorteil für Sie!

Lassen Sie sich von unseren Fachleuten beraten.

Immer wieder VARTA wählen

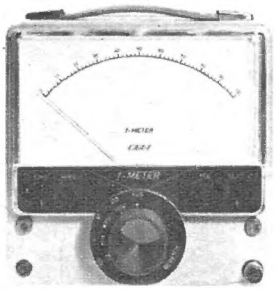
VARTA

ELEKTRONISCHE TESTGERÄTE



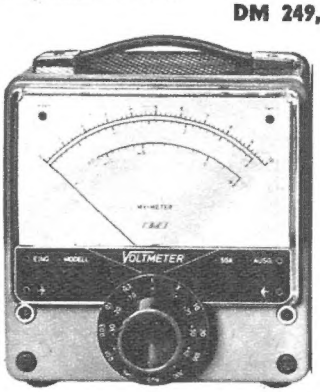
Röhrenvoltmeter

Typ Telemeter 100
Deutsche Fertigung!
Sofort ab Lager
DM 249,–



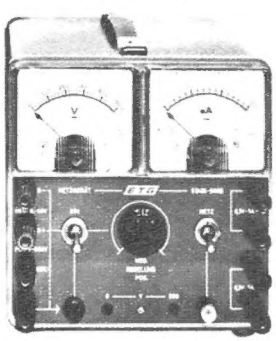
FREQUENZMESSER
f-METER 25 A

Direktanzeigender Frequenzmesser für Bereiche von 10 Hz bis 100 kHz
Empfindlichkeit 2 V bis 300 V_{eff}.
Außer Sinusspannungen kann auch die Frequenz von Rechteckspannungen festgestellt werden.
DM 249,–



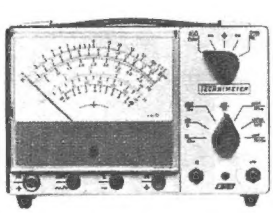
Millivoltmeter

Typ Voltmeter 50 A
Deutsche Fertigung!
Sofort lieferbar!
DM 219,–
Günstige Exportpreise!



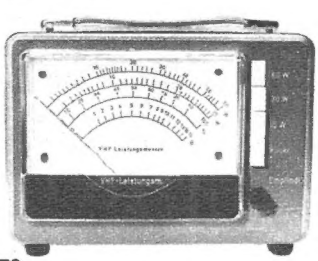
Netzgerät STABI 500 B

elektronisch stabilisiert
pos. = 0–500 V/100 mA
neg. = 0–150 V/1,5 mA
DM 469,–



Technimeter – 50 Meg

Batteriegespeistes Röhrenvolt- und Multimeter (ohne Zubehör)
DM 299,–



NEU! VHF 60 W

(Leistungsmesser und Anpassungszeiger)
DM 339,–

FUNKSPRECHGERÄT **TELETRON**
Generalvertretung für West-Berlin

SELL & STEMMLER
Inhaber: Alwin Sell
FABRIKATION ELEKTRONISCHER MESSGERÄTE
1 BERLIN 41 · Ermanstraße 5 · Telefon 722403

Erfolgreiche PAL-Demonstration in Rom

Nachdem die Experten der ad-hoc-Kommission Farbe der Europäischen Rundfunk-Union (EBU) in jahrelangen Untersuchungen die für das europäische Farbfernsehen zur Diskussion stehenden Systeme geprüft hatten, wurden jetzt in Rom bei der RAI als Gastgeber das französische SECAM IIIb (letzte Variante) und das von *Telefunken* entwickelte PAL-System vor maßgebenden Vertretern von Rundfunkanstalten, Postverwaltungen und der Fernsehindustrie aus den in der EBU zusammengeschlossenen Ländern sowie Beobachtern aus Osteuropa vorgeführt. Bei den am 5. Mai 1966 beendeten mehrtägigen Demonstrationen von PAL mit zum Teil bereits serienmäßig gefertigten Geräten konnten sich die internationalen Fachleute von den Vorteilen dieses Systems überzeugen.

Im nächsten Monat wird in Oslo die Studienkommission XI des CCIR über die künftige europäische Farbfernsehnorm abschließend beraten. Bei der Abstimmung dieses Gremiums im Vorjahr in Wien hatten sich bereits Dänemark, Finnland, Irland, Island, Italien, Norwegen, Österreich, Schweden, die Schweiz und die Bundesrepublik Deutschland für PAL ausgesprochen. Inzwischen hat sich auch Großbritannien dafür entschieden, und nachdem *Philips* in Holland bereits begonnen hat, nach dem PAL-System zu arbeiten, ist vermutlich auch mit einer offiziellen holländischen Entscheidung für PAL zu rechnen.

Zehnte Stereo-Wortproduktion des SFB

Im Juni 1966 wird die Hörspiel/Feature-Abteilung des SFB ihre zehnte stereophone Wortproduktion abschließen. Sie verfügt damit über sechs stereophon aufgenommene Hörspiele, drei Kriminal-Hörspiele und ein Feature. Bereits seit Dezember 1965 ist monatlich ein Stereo-Beitrag dieser Abteilung im Programm des SFB zu finden.

Automatisierung des Fernsprech-Ortsverkehrs in der Bundesrepublik abgeschlossen

Am 29. April 1966 wurde mit der von *Siemens* durchgeführten Umstellung des Ortsnetzes Uetze auf Wählbetrieb die Automatisierung des bundesdeutschen Fernsprech-Ortsverkehrs abgeschlossen. Damit hat die Bundesrepublik das größte nationale Fernsprechnetz der Welt, dessen sämtliche Ortsvermittlungen automatisiert sind. Der vollständige Ausbau des Selbstwählferndienstes dürfte bis etwa 1968 abgeschlossen sein. Bereits heute werden annähernd 96 % aller Ferngespräche innerhalb der Bundesrepublik und fast 70 % aller Auslands-Ferngespräche von den Teilnehmern selbst gewählt.

Fahrendes Sprachlabor

Am 2. Mai 1966 begann in Hamburg die Informationstournee eines „fahrenden Sprachlabors" von *Telefunken*, die im Laufe des Jahres durch alle Länder Westeuropas führen soll. In einem 10 m langen Omnibus sind ein Lehrertisch und sechs Schülerplätze einer modernen Sprachlehranlage untergebracht, die es Lehrern, Eltern und Schülern der besuchten Städte und Schulen ermöglicht, sich mit dieser Unterrichtshilfe vertraut zu machen. Der Besuch wurde vorher jeweils mit den Interessenten abgestimmt.

Neue Erkenntnisse durch Neutronenstrahlen

In letzter Zeit haben die Forschungsabteilungen der *Robert Bosch GmbH* im Kernforschungszentrum Karlsruhe Untersuchungen durchgeführt. Dabei handelte es sich um Experimente, bei denen mit Hilfe der im Kernreaktor erzeugten Neutronenstrahlen die Struktur von Stoffen analysiert wurde. Zum Beispiel haben Untersuchungen von Bleioxidmassen, die zur Herstellung der Platten in Autobatterien verwendet werden, gezeigt, wie sich ihre Struktur während der Vorbehandlung ändern kann.

Ein anderer Versuch, die Analyse von Magnetwerkstoffen, aus denen Magnete, zum Beispiel für kleine Elektromotoren, hergestellt werden, ergab Aufschluß über die besondere Struktur dieser Werkstoffe.

„Geräuschklavier" für Studiozwecke

Auf der diesjährigen Schweizer Mustermesse in Basel wurde zum erstenmal ein „Melotron", das bereits seit zwei Jahren in den Studios der BBC eingesetzt wird, vorgeführt. Dieses Gerät, das einem Harmonium oder Kleinklavier mit Tasten und übersichtlich angeordneten Hebeln und Knöpfen gleicht, enthält 1260 Tonbandschleifen, auf denen Geräusche aller Art aufgezeichnet sind, zum Beispiel 70 Säugetier- und 42 Vogelstimmen, je 9 Geräusche von Dampf-, Diesel- und Elektrolokomotiven, 18 Telefon-, 70 Flugzeug- und 13 Türgeräusche,

Schüsse usw. Die Wiedergabe läßt sich beschleunigen und verlangsamen, und man kann beliebige Geräusche nach Wunsch mischen.

Computer für 200 Teilnehmer

Wie die *English Electric Leo Marconi Computer Company (EELM)* jetzt bekanntgab, sind die Entwurfsstudien für einen neuen Typ eines großen Zentral-Computers abgeschlosesn, den bis zu 200 Teilnehmer gleichzeitig benutzen können. Zur Zeit erörtern die *EELM* und die *International Computers and Tabulators (ICT)* mit Fachleuten von verschiedenen Ministerien, wissenschaftlichen Zentren und Hochschulen die Möglichkeiten für den Bau derartiger Vielfachzugriff-Computersysteme.

Der Prototyp des neuen *EELM*-Systems soll Mitte 1967 fertiggestellt sein. Das erste Produktionsmodell soll dann im Juni 1968 zur Verfügung stehen.

Verkehrsüberwachungssystem für Straßenverkehrstunnel

Vom Verkehrsministerium der Niederlande erhielt die *Telefunken AG* einen Auftrag zur Lieferung von 60 Radarverkehrssonden, mit denen der Verkehrsablauf in einem neuen, in Amsterdam den Nordseekanal unterquerenden Straßentunnel überwacht werden soll. Ein damit verbundenes, speziell für Tunnelstrecken entwickeltes neuartiges Überwachungssystem wird automatisch jede Unregelmäßigkeit des durch die zwei getrennten, etwa 1300 m langen Tunnelröhren geleiteten Verkehrsflusses signalisieren.

Neue Feldeffekt-Bauelemente

Sieben neue Transistoren und vier Vierschichtbauelemente vom Anreicherungstyp mit isolierter Gate-Elektrode bringt *Raytheon* jetzt heraus, die halb so teuer sind wie bisherige vergleichbare Feldeffekt-Bauelemente. Die Typen RN1020, RN3020 und RN3020R eignen sich für HF-Verstärker mit hohem Eingangswiderstand und hoher Verstärkung, während die Typen RN1030, RN1030A, RN3030 und RN3030R für logische Anwendungen und Zerhacker bestimmt sind; sie haben geringen Offset, hohe Eingangsimpedanz und geringen Durchlaßwiderstand. Der RM 5008 hat vier p-Kanäle und ist in einer einzelnen Siliziumplatte integriert. Dieses monolithische Vierschichtbauelement, das in einem Flachgehäuse mit 14 Anschlüssen untergebracht ist, eignet sich für Schalt- und Zerhackerzwecke sowie zur Verstärkung. Ein ähnlicher Typ ist der RM8007, bei dem je zwei Source-Elektroden zusammengefaßt sind und dessen Flachgehäuse 12 Anschlüsse hat. Bei den Typen RM5008D und RM8007D sind zusätzliche Schutzdioden für die Gate-Elektroden eingebaut.

Miniatur-Trimmpotentiometer

Die französische Firma *MCB & Véritable Alter*, Paris (deutsche Vertretung: *TWK-Elektronik Kessler & Co.*, Düsseldorf), zeigte auf der Hannover-Messe drei neue Miniatur-Trimmpotentiometer mit nur 12 mm Gehäusedurchmesser, von denen zwei zum Einlöten in gedruckte Schaltungen bestimmt sind, während das dritte Einlochmontage erlaubt. Alle drei Modelle werden sowohl als Schicht- (Belastbarkeit 0,25 W) als auch als Drahtwiderstand (Belastbarkeit 0,5 W) mit Widerstandswerten zwischen 10 Ohm und 220 kOhm geliefert. Bei einem Typ, der luft- und feuchtigkeitsdicht gekapselt ist, erfolgt der Antrieb durch eine seitliche Schraube mit einer Untersetzung von 4 : 1.

Mikrominiatur-Funkhöhenmesser

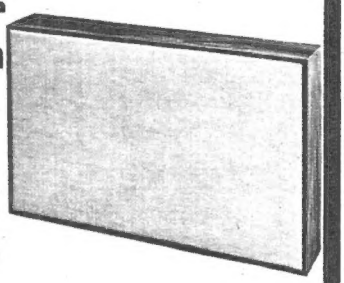
Die *Standard Telephones and Cables Ltd.*, London, hat einen Mikrominiatur - Funkhöhenmesser entwickelt, der sich in jedes Flugzeug einbauen läßt und alle Anforderungen erfüllt, die bei automatischen Landungen, Tiefflügen usw. an die Höhenmessung gestellt werden. Das Gerät hat einen Höhenmeßbereich von 0...1524 m bei ± 3 % Meßfehler sowie einen Betriebszuverlässigkeits - Mittelwert von 5000 Stunden. Durch eine eingebaute Überwachungsanlage und eine Tiefflugwarneinrichtung wird die Betriebszuverlässigkeit noch weiter erhöht.

Automatisches Fernmeldesystem „6300 ADX"

Bis zu 60 Duplexleitungen kann das neue automatische Fernmeldesystem „6300 ADX" von *STC* bewältigen, das durch Computersteuerung die Probleme löst, die auftreten, wenn die von einer Station empfangene Meldung an mehrere Bestimmungsorte weitergegeben werden muß. Bei diesem System arbeitet jedes Relaiszentrum nach einem gespeicherten Programm, und die ankommenden Kabel werden automatisch abgetastet. Alle Informationen werden nach Zwischenspeicherung entsprechend dem Programm auf die abgehenden Leitungen verteilt.

ISOPHON

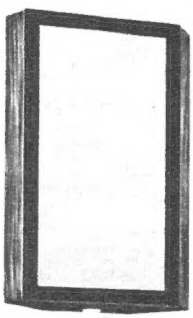
Lautsprecher Neuheiten



Flach-Stereo-Box FSB 15

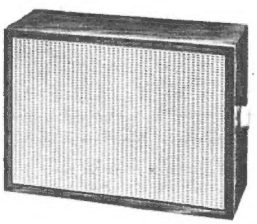
Für Mono- und Stereo-Anlagen
54 x 33 x 10 cm
Als Wand- und Regalbox verwendbar.
Nennbelastbarkeit 15 Watt
Frequenzbereich 70-18 000 Hz
Impedanz, umschaltbar 4 und 16 Ohm
Unverbindlicher Richtpreis:
DM 238,-

Zusatz-Kombination Melodie III R



mit Lautstärkeregler
Geschlossenes Nußbaumgehäuse, zur Beschallung akustisch schwieriger Räume.
Für Mono und Stereo, besonders an Musik-Automaten verwendbar.
Nennbelastbarkeit 10 Watt
Vorbereitet zum Trafoeinbau
Unverbindlicher Richtpreis:
DM 195,-

Tisch-Wand-Lautsprecher ZL 4/5 R



4 Watt, im Edelholzgehäuse mit Lautstärkeregler.
Frequenzbereich 110-13 000 Hz
Impedanz 4,5 Ohm
Vorbereitet zum Trafoeinbau
Unverbindlicher Richtpreis:
DM 44,-

Kombinierter Tisch-Wand-Einbau-Lautsprecher TWEL 6 R

Mehrteilig mit Lautstärkeregler.
Als Zusatzlautsprecher zur Verbesserung der Wiedergabe besonders für Ela-Anlagen und als Auto-Hecklautsprecher entwickelt.
Nennbelastbarkeit 6 Watt
Frequenzbereich 140-14 000 Hz
Impedanz 4,5 Ohm
Vorbereitet zum Trafoeinbau
Unverbindlicher Richtpreis:
DM 42,-

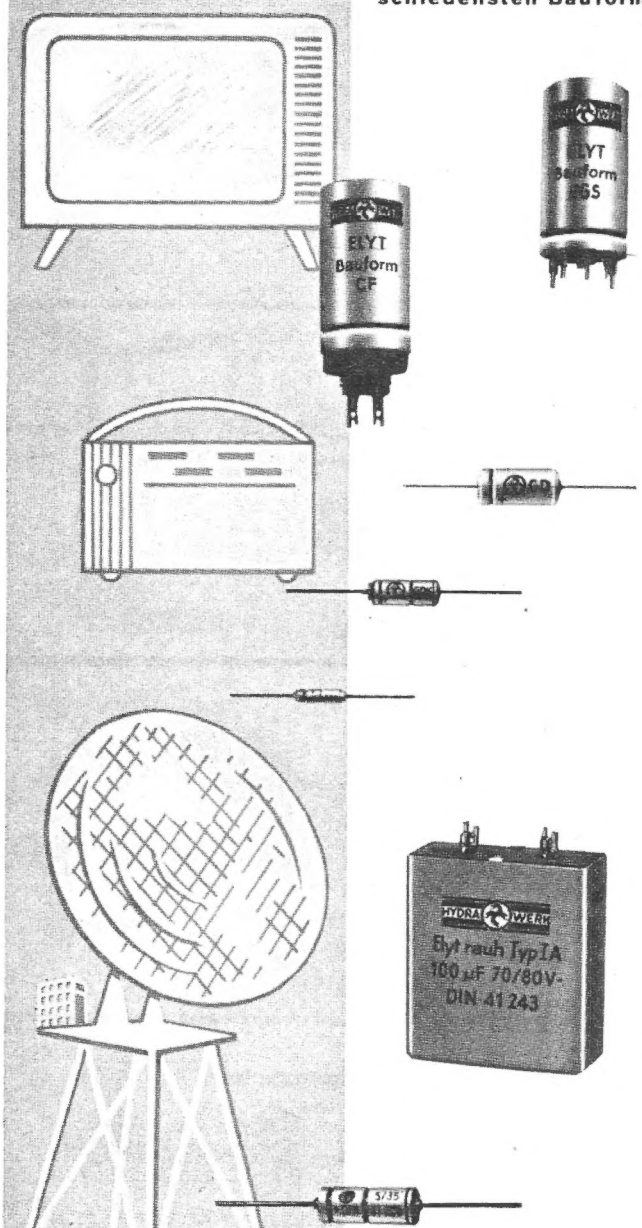
ISOPHON-WERKE G.M.B.H. BERLIN

Lieferung über den Fachhandel
Prospekte durch unsere Vertretungen

HYDRA WERK

ALUMINIUM-
ELEKTROLYT-
KONDENSATOREN

für gewöhnliche u. erhöhte Anforderungen in den verschiedensten Bauformen



Angebote mit weiteren Unterlagen auf Anfrage

HYDRAWERK
AKTIENGESELLSCHAFT
1 BERLIN 65

242

FT meldet.. FT meldet.. FT meldet.. FT

Qualitätszeichen für Hi-Fi-Geräte und -Anlagen

Auf der diesjährigen Hannover-Messe wurden von der Phono-Industrie erstmals Hi-Fi-Geräte und -Anlagen vorgestellt, die mit einem Qualitätszeichen versehen waren. Rechtsträger dieses Zeichens, dem die Normen nach DIN 45 500 zugrunde liegen und das in die Warenzeichenrolle beim Deutschen Patentamt eingetragen wird, ist die im vergangenen Jahr gegründete Qualitätsgemeinschaft Phonotechnik e. V., Hamburg.

Interessenvertretung der LCC-Steafix für Deutschland

Auf Grund eines Übereinkommens zwischen den Firmen LCC-Steafix, Montreuil sur Bois, Frankreich, Altron, Alwin E. Thronicke, Lehrte, und Resista GmbH, Fabrik elektrischer Widerstände, Landshut, ist mit Wirkung vom 1. Februar 1966 die Wahrnehmung der Interessen der LCC-Steafix für Deutschland auf den Gebieten Glimmerkondensatoren, Verzögerungsleitungen, Laufzeitketten und Hochspannungs-Wickelkondensatoren auf die Resista GmbH übergegangen.

Ausstellung „Interorgtechnika 66" in Moskau

Auf der internationalen Ausstellung für ingenieurtechnische Arbeiten und Verwaltungsarbeiten „Interorgtechnika 66" in Moskau, die vom 1.–15. September stattfindet, werden unter anderem auch Ausrüstungen für Datenverarbeitung sowie Fernsprech-, Funk- und Bildübertragungseinrichtungen aus der Produktion verschiedener Länder zu sehen sein.

Sylvania erweitert Fabrikationskapazität

Um der wachsenden Nachfrage nach Farbfernsehgeräten, Stereo-Geräten und Musikschränken gerecht zu werden, wird die Sylvania Electric Products Inc. in Smithfield, Nord-Carolina (USA), auf einem 500 000 m² großen Gelände Fabrikationsanlagen zur Erweiterung der Produktionskapazität für Geräte der Unterhaltungs-Elektronik errichten. Die Produktionsaufnahme von Stereo-Geräten und Musikschränken in Smithfield ist für September 1966 vorgesehen, während die zusätzlichen Fabrikationsanlagen für Farbfernsehgeräte Anfang 1967 in Betrieb genommen werden sollen. Ferner plant Sylvania, zum Jahresende 1967 die jährliche Produktionskapazität für Farbbildröhren auf 2 Millionen Einheiten zu bringen.

W. Schongs 70 Jahre

Am 2. Juni 1966 begeht Willi Schongs, Geschäftsführer und Mitinhaber der Isophon-Werke GmbH, seinen 70. Geburtstag.

Willi Schongs gehört mit zu den Gründern der 1929 errichteten Isophon-Werke GmbH, deren Wiederaufbau er 1945 mit einem kleinen Mitarbeiterstab zielbewußt begann und die er erneut zu internationalem Ansehen brachte. Noch heute widmet er sich in voller Schaffenskraft seinem Lebenswerk und erfreut sich eines großen Ansehens in den Industriekreisen Deutschlands und des Auslands.

N. Riessner 65 Jahre

Einer der ältesten Angehörigen der Branche, Direktor Nikolaus Riessner, feierte am 28. Mai 1966 seinen 65. Geburtstag. Nach seinem Studium an der Höheren Technischen Staatslehranstalt in Nürnberg übernahm er verschiedene Aufgaben im Ein- und Verkauf der Industrie. Im Jahre 1953 wurde er mit der Leitung der Niederlassung Frankfurt/Main der Grundig-Verkaufs GmbH betraut, deren positive Entwicklung seiner Führung zu verdanken ist. 1957 ernannte ihn Max Grundig zum Direktor.

Ehrungen durch das Deutsche Museum

In einem Festakt verlieh das Deutsche Museum, München, am 7. Mai 1966 die Oskar-von Miller-Medaille in Gold an Direktor Dipl.-Ing S. Janzen (Siemens & Halske, München), C. Müller (AEG, Abteilung Schiffbau, Hamburg), Direktor R. Russ (AEG, München). Mit der Oskar-von-Miller-Plakette wurden ausgezeichnet Prof. Dr. A. Frey (Technische Hochschule München), Dr. K. A. Maerz (Linoleum-Werke, Bietigheim), Direktor W. Säuberlich (Maschinenfabrik Goebel GmbH, Darmstadt).

Zum Abschluß der Hannover-Messe 1966

Wie der Fachverband Rundfunk und Fernsehen im ZVEI zum Abschluß der Hannover-Messe 1966 mitteilt, erwarten die Hersteller von Fernsehempfängern für 1966 einen Absatz im In- und Ausland von etwa 2,3...2,5 Mill. Geräten; der Anteil der Ersatzgeräte daran wird auf rund 600000 Stück geschätzt. Diesem Ersatzgeschäft wird steigende Bedeutung beigemessen.

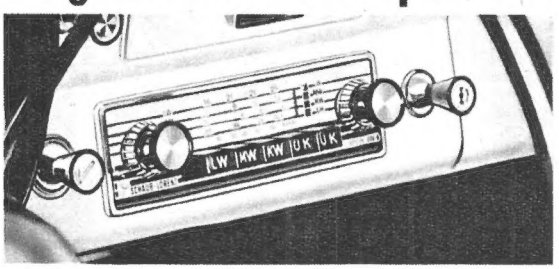
In den Gesprächen zwischen Industrie und Handel begrüßte man den kürzlich von den Beteiligten — ARD, ZDF, Deutsche Bundespost und Industrie — erneut bekräftigten Beschluß, mit Farbfernsehsendungen nach dem PAL-Verfahren Ende August 1967 anläßlich der Großen Deutschen Funkausstellung in Berlin zu beginnen. In Fachkreisen wird damit gerechnet, daß Farbfernsehempfänger zu einem Preis von etwa 2500 DM angeboten werden und daß in den nächsten Jahren der Absatz von Schwarz-Weiß-Geräten im gleichen Umfang anhalten wird.

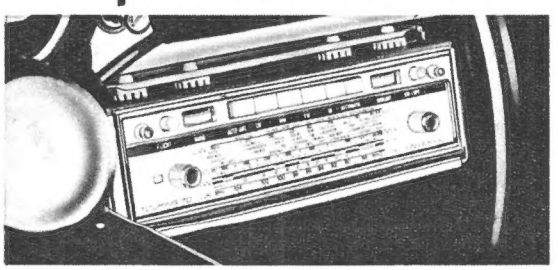
Die Hersteller von Rundfunkgeräten rechnen ganz allgemein wieder mit Umsätzen mindestens in gleicher Höhe wie 1965; gestiegen ist erneut die Nachfrage nach Stereo-Rundfunkgeräten, und zwar besonders nach Steuergeräten mit Lautsprecherboxen. Nachdem die Rundfunkanstalten in verstärktem Maße Stereo-Programme ausstrahlen, wächst das Interesse des Publikums an dieser technischen Neuerung zusehends. Das bewies auch der Besuch der im Stereo-Pavillon zum dritten Male durchgeführten Stereo-Vorführungen.

Der Absatz von Rundfunk-Koffergeräten und Autosupern wird sicher wieder die Höhe des Vorjahres erreichen; dies läßt sich aus dem auf der Messe festgestellten starken Interesse ableiten. Auch hier hat das Geschäft in Ersatzgeräten eine große Bedeutung.

zwei Geräte – immer ein TOURING

Eingebauter Autosuper oder transportabler Autokoffer?





Auf diese Frage empfehlen Sie in jedem Fall und immer einen TOURING. Und dann stellen Sie Ihrem Kunden die Gegenfrage: Sitzen Sie mehr als 10 Stunden pro Woche am Steuer oder weniger? Sind es mehr, dann erzählen Sie ihm Näheres über TOURING SPEZIAL, den festeingebauten Autosuper von Schaub-Lorenz. Daß neuartige Transistoren und elektronische Bauteile, die sich in der Raumfahrttechnik bewährt haben, einen absolut störungsfreien Empfang garantieren. Und – daß er sich mit einem Griff auf Tonbandbetrieb im Auto umstellen läßt.

Bei weniger Fahrstunden empfehlen Sie TOURING 70 Universal, das praktische Koffergerät für Auto, Reise und Heim. In die Autohalterung eingeschoben, schaltet er sich automatisch auf Autobetrieb um. Nun, über den TOURING brauchen wir Ihnen gewiß nichts mehr zu sagen. Ist er doch seit Jahren ein Spitzenreiter im Umsatz.

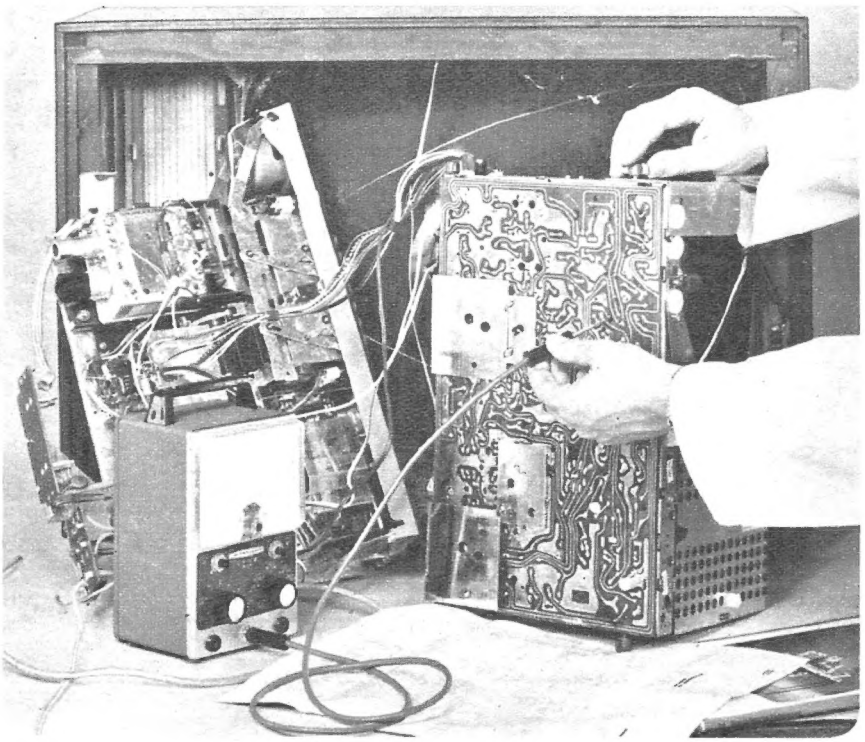
Zu Ihrer Verkaufsunterstützung starten wir wiederum eine großangelegte Werbeaktion, die Millionen Verbraucher für TOURING SPEZIAL und TOURING 70 Universal interessieren wird.

Der TOURING 70 Universal ist preisgebunden und kostet DM 340.-

SCHAUB-LORENZ

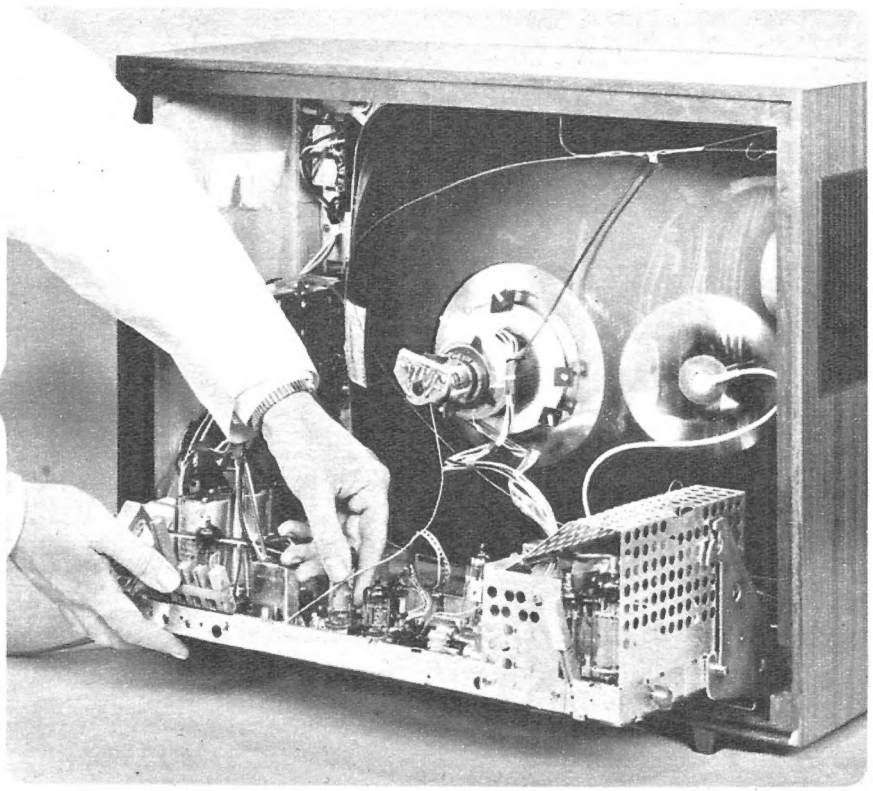
Früher

mußten Sie selbst wegen kleiner Fehler meist das ganze Chassis ausbauen...



Heute

genügt eine leichte Drehung des neuen Klapp-Chassis.



Graetz hilft dem Fachhandel

Auch dieses Beispiel beweist:
Graetz-Geräte sind „servicefreundlich". In jeder Einzelheit wohldurchdacht, damit Sie, unser Partner im Fachhandel, es leichter haben.
Denn auch für Sie gilt unser Wort:
Graetz — Begriff des Vertrauens

Graetz

21. JAHRGANG · 1966 Nr. 11

RUNDFUNK
FERNSEHEN
PHONO
MAGNETTON
HI-FI-TECHNIK
AMATEURFUNK
MESSTECHNIK
ELEKTRONIK

FUNK-TECHNIK

Chefredakteur: WILHELM ROTH
Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

Entwicklung des Fernsehtuners

Seit es Fernsehempfänger gibt, ist der Eingangsteil eine der wichtigsten Empfängerstufen. In einem Zeitraum von rund 30 Jahren hat sich die Technik mehrfach gewandelt, je nach dem Stand des Fernsehens und dem vorhandenen Sendernetz. Bei den ersten Fernsehempfängern spielte der Bereich- und Kanalwechsel noch keine Rolle. Die beispielsweise 1936 benutzten Fernsehgeräte hatten für den damals verwendeten Kanal im 6-m-Band einen festabgestimmten Eingangsteil, der bei etwaigem Kanalwechsel ausgetauscht werden mußte.

Die amerikanische Entwicklung gab nach Festlegung eines Frequenzschemas für den Fernsehrundfunk auf internationaler Basis den Weg zur Entwicklung des sogenannten Trommelschalters frei. In Deutschland wurde dann der Kanalwählerknopf für den Kanalwechsel eingeführt, und die Kanalwahl war jetzt jedermann möglich, wenn entsprechende Sender empfangen werden konnten. Bei diesem in der Nachrichtentechnik bewährten Prinzip schaltete man jeweils die Kreisinduktivitäten mit ihren Abgleichelementen um.

Bei der neueren Entwicklung der Nachkriegszeit war für die Konstruktion des Fernsehtuners die CCIR-Norm mit der bekannten Kanaleinteilung im Bereich I (47...68 MHz) und Bereich III (174...230 MHz) mit 7 MHz Bandbreite maßgebend.

Damals wagte man noch nicht, hohe Zwischenfrequenzen anzuwenden, denn die Schwierigkeiten bei der Fertigung und im Prüffeld waren für diesen Frequenzbereich erheblich. Als weitere Programme und damit zusätzliche Kanäle aktuell wurden und die Ausdehnung der Fernsehkanäle auf den Dezimeterbereich (Bereich IV/V) unvermeidbar schien, fanden die zahlreichen Probleme bald ihre technische Lösung. Im Zusammenhang mit den kritischen Störstrahlungsfragen legte man die Zwischenfrequenz in den heute üblichen Bereich 33...39 MHz.

Die Schaltungstechnik des röhrenbestückten VHF-Tuners ist weitgehend standardisiert. HF-Stufe und additiver Mischer sind obligatorisch, ebenso das Bandfilter zwischen diesen Stufen als Selektionsmittel. Für die Oszillatorfrequenz ist eine getrennte Triode üblich. Sie gehört meistens einer Kombinationsröhre mit dem Mischersystem an. Dagegen gibt es in der Entwicklung der HF-Stufe verschiedene Varianten, je nach dem Stand der Röhrentechnik und den wirtschaftlichen Anforderungen. Die frühere Bestückung eines der ersten Trommelkanalwähler mit der Pentode EF 80 in der HF-Stufe und der Duotriode ECC 81 in der Misch- und Oszillatorstufe — eine Telefunken-Konzeption — ist noch in guter Erinnerung. Allerdings waren die im Bereich III mit einer Eingangspentode möglichen Grenzempfindlichkeiten unbefriedigend. Es kam daher im folgenden Zeitabschnitt zur Eingangsschaltung mit der Spezialröhre PCC 84, die als Cascodestufe von allen Herstellern eingeführt wurde. Die ungewöhnlich günstigen Rauschzahlen der damaligen Fernsehempfänger konnten später noch durch die modernere Duotriode PCC 88 verbessert werden. Das Prinzip der Cascodetechnik — die Serienschaltung zweier Triodensysteme in Katodenbasis- und Gitterbasisanordnung — ist heute noch aktuell.

Schon in früheren Kanalwählern machte sich zunächst bei der Feinabstimmung der Trend bemerkbar, von der Mechanik zur Elektronik überzugehen. Damals kam man ohne Feinkorrektur der Oszillatorfrequenz aus verschiedenen Gründen nicht aus. Die mechanisch-kapazitive Lösung einer Feinabstimmung durch einen Miniatur-Drehkondensator auf einer gemeinsamen Achse mit dem Kanalwähler führte zu einem Doppelknopf, der jedoch konstruktive Nachteile mit sich brachte. Erst die Kapazitätsdiode schuf hier den gewünschten Wandel. Bei dieser Feinabstimmung konnte man das Potentiometer als Abstimmelement an beliebiger Stelle des Empfängers unterbringen.

Mit dem Start des zweiten Programms im Bereich IV/V begann auch ein neuer Abschnitt in der technischen Entwicklung des Fernsehtuners. Bei der großen Anzahl der zu erfassenden UHF-Kanäle erwies sich die Rastung der Kanäle nach dem Trommelschalterprinzip als unzweckmäßig, so daß man zur kontinuierlichen Abstimmung übergehen mußte, wie sie beispielsweise im Rundfunkgerät gebräuchlich ist. Die anfänglichen Lösungen, einzelne Kanalwählersegmente mit UHF-Einsätzen auszurüsten — sie waren mit UHF-Eingangsselektion, Mischer und Frequenzvervielfacher ausgestattet — wurden für mehrere UHF-Kanäle zu kompliziert und entsprachen ferner nicht den scharfen Forderungen der Bundespost nach Störstrahlungsfreiheit.

Aus dieser Aufgabenstellung entstand schließlich der UHF-Tuner mit kapazitiver Abstimmung und Diodenmischung. Mit den speziell dafür entwickelten UHF-Trioden PC 86 und PC 88 schien die Fertigung der UHF-Tuner sinnvoll, denn sie gewährleisten eine gute HF- und Mischverstärkung im UHF-Gebiet. Im prinzipiellen Aufbau sind sich röhrenbestückte VHF- und UHF-Tuner weitgehend ähnlich. Allerdings sind die UHF-Resonanzkreise in Leitungstechnik auszuführen.

Zahlreiche Probleme brachte die Kombination von VHF- und UHF-Tuner im Fernsehempfänger, vor allem wenn man an die benötigte hohe Gesamtverstärkung denkt. Hier bewährte sich die Brückeneinkopplung der UHF-Zwischenfrequenz in den VHF-Mischkreis, denn sie liefert durch Ausnutzen der als ZF-Verstärker wirksamen Mischröhre die nötige Zusatzverstärkung.

Die ersten in Fernsehempfängern verwendeten VHF- und UHF-Tuner waren mechanisch getrennt und machten zwei verschiedene Antriebe für die Kanalwahl notwendig. Diese Übergangstechnik wurde später durch Programmwahltasten abgelöst. Die dabei benutzten Verfahren führten zu einem Einbruch der Feinwerktechnik in den Tunerbau. Es bildete sich als Standard das Tuner-Drucktastenaggregat heraus, mit mehreren Tasten für VHF- und UHF-Kanäle. Im Zusammenhang damit verwirklichte man auch die kontinuierliche VHF-Abstimmung.

Neue Impulse im Tunerbau und erhebliche technische Verbesserungen brachte in den letzten Jahren die Transistorisierung, und zwar besonders im UHF-Bereich. Höhere Grenzempfindlichkeit und Verstärkung sind entscheidende Vorzüge. Obwohl man für VHF-Tuner durch die Transistorisierung im Vergleich zu Röhren ähnliche Fortschritte nicht erwarten konnte, ging man doch allmählich auch zum VHF-Transistortuner mit gegenüber der röhrenbestückten Einheit kleineren Abmessungen über.

Die mechanische Kombination von VHF-und UHF-Tuner durch die gemeinsame Tastenbedienung ist konstruktiv keine ideale Technik, denn die Gesamtkonstruktion ist kompliziert und der Aufwand hoch. Eine gute Lösung dieser Schwierigkeiten brachte der Kombinationstuner in Mehrbereichtechnik für VHF und UHF, dessen besondere Merkmale Einblockausführung und Transistorbestückung sind. Beide Tuner haben Drehkondensatorabstimmung mit Rotoren auf einer gemeinsamen Achse und einem sonst voneinander getrennten Aufbau. Bei diesem Konstruktionsprinzip ist die VHF/UHF-Umschaltung durch Gleichstromkontakte möglich. Im übrigen findet man die bewährte bisherige Technik mit Ausnutzung des VHF-Mischtransistors als zusätzlicher UHF-Verstärker. Die erste Ausführung eines solchen Kombinationstuners verwendet für beide Bereiche getrennte Transistoren (insgesamt fünf Stück). Bei einem anderen Modell des Einblocktuners kommt man mit insgesamt drei Transistoren für VHF/UHF aus, eine technisch und wirtschaftlich günstige Lösung, wenn das kritische Problem für den mechanischen VHF/UHF-Umschalter zufriedenstellend geklärt ist.

In die nahe Zukunft weisen der generelle Verzicht auf die Feinwerktechnik bei der Kanalwahl und der Einsatz rein elektronischer Mittel. Dieser außergewöhnliche Fortschritt ist der Weiterentwicklung von Silizium-Kapazitätsdioden zu danken, wobei vielleicht eines Tages für die Umschaltung auf die Bereiche auch Halbleiter-Bauelemente eingesetzt werden können. Das Ergebnis, der Transistor-Allbereichtuner mit Diodenabstimmung löst viele Fragen in eleganter Weise, wie beispielsweise Wiederkehrgenauigkeit, Tastendruckwahl oder Fernbedienung.

Werner W. Diefenbach

Zur Schaltungstechnik der neuen Fernsehempfänger

DK 621.397.62

In diesem Jahr war das Neuheitenprogramm der Fernsehgeräteindustrie größtenteils schon vor der Hannover-Messe bekannt. Einige Firmen stellten aber auch zum Messebeginn noch interessante Neuheiten oder Ergänzungstypen ihres Programms vor. Allgemein betrachtet, hat sich gegenüber dem Vorjahr an der Struktur des Angebots nichts geändert. Nach wie vor ist es üblich, mit wenigen Grundchassis ein in Komfort, Ausstattung und Preis unterschiedliches Gerätesystem aufzubauen. Bei vielen Herstellern liegt das Schwergewicht des Angebots bei den preisgünstigen Fernsehempfängern. Die sogenannten Komfortgeräte haben eine bessere technische Ausstattung, und in der Klasse der Luxusempfänger wird das Maximum an Komfort, Schaltungstechnik und Ausstattung geboten.

Wie weit die Rationalisierung von Jahr zu Jahr Fortschritte macht, zeigt ein Programm, bei dem alle Fernsehgeräte mit einem Einheitschassis auskommen; in den gehobenen Klassen wird es durch Zusatzplatten und erweiterte Bedienungsteile ergänzt. Bemerkenswert sind aber auch die verschiedenartigen Aufstellungsmöglichkeiten innerhalb der Wohnung. Zum Beispiel können bis auf ein Modell alle Tischgeräte mit praktischen Tischgestellen schnell und einfach in Standgeräte verwandelt werden. Andere, umfangreichere Fernsehempfängerprogramme bauen auf drei verschiedenen Grundchassis auf. Dadurch sind größere Auswahlmöglichkeiten bezüglich Preis und Leistung geboten.

Nach wie vor bleibt auch 1966 das Gerät mit 59-cm-Bildschirm der Standard im Gesamtangebot. Daneben ist ein Auftrieb für noch größere Bildröhren bemerkenswert. Viele Programme enthalten Modelle mit 65-cm- und Paralleltypen mit 69-cm-Bildröhre. Bei den kleineren Geräten wird die Auswahl an Bildgrößen immer vielfältiger. Außer den verhältnismäßig seltenen 47-cm-Geräten stehen Empfänger mit 41-, 31-, 29- und 25-cm-Bilddiagonale zur Auswahl.

Eine andere Entwicklungsrichtung, die auch die Schaltungstechnik beeinflußt, wird durch das jetzt immer umfangreichere Angebot von Zweitempfängern dargestellt. Hier werden Geräte mit einer hochentwickelten Technik geboten, deren Ausstattung dem Heimempfänger nicht nachsteht. Das Bildformat ist für den gedachten Verwendungszweck bei den 48- und 41-cm-Typen noch ausreichend groß. Diese Geräte sind in guten Empfangslagen von Außenantennen unabhängig. Teleskopantennen für VHF und schwenkbare UHF-Antennen erleichtern das Aufstellen in den Wohnräumen. Zweitempfänger mit diesen Bildröhren wiegen aber immerhin noch 16 ... 20 kg. Deshalb begnügen sich auch die Fernseh-Portables mit kleineren Bildformaten. Zum Beispiel wiegt ein Vertreter dieser Klasse in Volltransistortechnik mit 28-cm-Bildröhre nur noch 10 kg.

In der technischen Konzeption setzten sich die konstruktiv vorteilhaften Allbereichwähler mit Mesa-Transistoren weiter durch. Auch bei der Transistorisierung, der Betriebssicherheit und der Servicefreundlichkeit zeigten sich Fortschritte.

Der letzte Entwicklungstrend, der VHF-UHF-Tuner mit Diodenabstimmung und leichtgängigen Drucktasten, dürfte richtungsweisend für die Zukunft sein. Verschiedene Mängel bisheriger Drucktastenaggregate, vor allem hinsichtlich Wiederkehrgenauigkeit und Tastendruck sind damit beseitigt.

In der folgenden Übersicht sind ausschließlich schaltungstechnische Neuerungen zusammengestellt, soweit sie in früheren Beiträgen in der FUNK-TECHNIK noch nicht besprochen wurden.

Kontrastreserve bei Fernsehempfängern

Die neuen *Blaupunkt*-Fernsehempfänger enthalten in der Video-Endstufe den Transistor BF 10. Über die weiterentwickelte Schaltung des Bildgleichrichters, des Impedanzwandlers und der Video-Endstufe wurde ausführlich berichtet[1]).

Ausgefeilter Stromversorgungsteil

Zu den vielbeachteten Fernseh-Portables gehört „Lady 911" von *Graetz*. Dieses Gerät hat zwei Stromversorgungsteile, und zwar den üblichen Netzteil zur Speisung aus dem Lichtnetz und einen Autoadapter zum Betrieb aus 6/12-V-Batterien.

Der Netzteil enthält einen Transformator zur Erzeugung der benötigten Niederspannung, einen Silizium-Brückengleichrichter und eine Spannungsstabilisierung mit den Transistoren AD 149, BSX 24 und der Zenerdiode ZF 12 (Bild 1). An die Stromversorgung werden hinsichtlich der Stabilität der Betriebsspannungen für die Ablenkteile hohe Anforderungen gestellt.

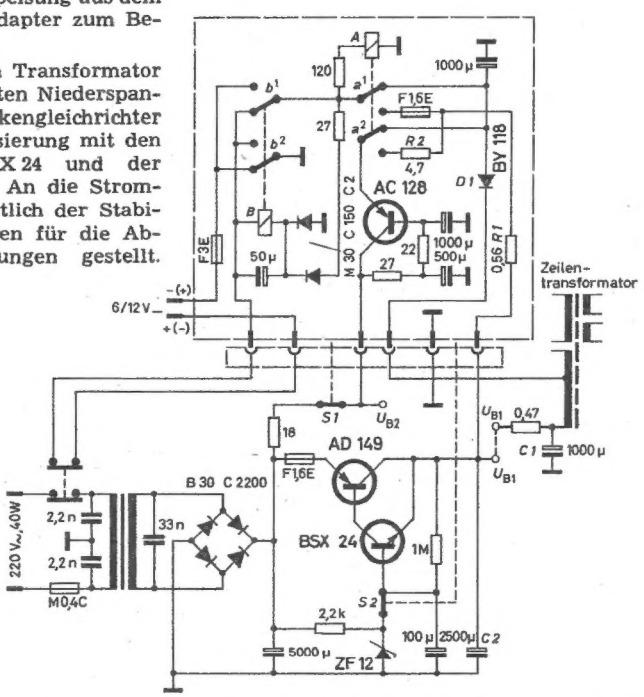


Bild 1. Schaltung des Netzteils und Autoadapters im Fernsehkoffer „Lady" von *Graetz* (Relaisstellung 6 V–, Minuspol an Masse)

Spannungsschwankungen des Lichtnetzes müssen weitgehend ausgeregelt werden. Wie Bild 1 zeigt, arbeitet die Regelschaltung des Netzteils mit einem *npn*- und einem *pnp*-Transistor. Die Steuerung des *pnp*-Leistungstransistors durch einen *npn*-Treiber ermöglicht es, den Regeltransistor in die Plusleitung zu legen und dann die Betriebsspannung für den NF-Verstärker direkt hinter dem Gleichrichter abzunehmen, damit die von der Aussteuerung abhängige Stromaufnahme des NF-Verstärkers nicht die übrige Spannungsversorgung beeinflußt.

Für den Betrieb aus der 6/12-V-Batterie ist der „denkende" Autoadapter bestimmt. Bei diesem Stromversorgungsteil ist es gleichgültig, ob eine 6- oder 12-V-Anlage verwendet wird und ob der Plus- oder der Minuspol am Chassis liegt. Die jeweilige Anpassung arbeitet automatisch. Bei 12-V-Betrieb treten keine Schwierigkeiten auf, denn die normale Betriebsspannung ist etwa 11,5 V. Für den 6-V-Betrieb entwickelte *Graetz* eine spezielle Schaltung. In diesem Falle liefert die Diode *D 1*, die an einer besonderen Anzapfung des Zeilentransformators liegt, eine zusätzliche Gleichspannung, die an dem Siebkondensator *C 1* eine Gleichspannung von 11,5 V entstehen läßt. Mit Ausnahme der NF-Treiber- und -Endstufe – diese beiden Stufen werden bei gleichem Strom auf 6-V-Betrieb geschaltet und direkt aus der Batterie gespeist – versorgt man alle Stufen mit dieser Betriebsspannung U_{B1}.

Bei 6-V-Betrieb und Minuspol an Masse bleiben die beiden Relais *A* und *B* in Ruhestellung. Erhält der Adapter eine höhere Spannung, dann schaltet das Relais *A* auf 12-V-Betrieb um. In diesem Fall liegt die Speisespannung über *R 1* am Siebkondensator *C 2* im Netzteil. Die NF-End- und -Treiberstufe paßt man über *R 2* der erhöhten Spannung an. Bei umgekehrter Polarität wird der Gleichrichter M 30 C 150 C 2 in Durchlaßrichtung betrieben, so daß der dann fließende Strom das Relais *B* umschaltet. Beim Anschließen des Adapters werden zwei Kontakte *S 1* und *S 2* geöffnet, die den Netzteil abtrennen.

Moderne ZF-Verstärkerschaltung

Sämtliche Modelle der Serie „83" von *Loewe Opta* enthalten einen dreistufigen

[1]) Kinne, E.: Kontrastreserve bei Fernsehempfängern. Funk-Techn. Bd. 21 (1966) Nr. 9, S. 320

transistorisierten ZF-Verstärker mit gedruckten Spulen, der als geschlossene Baueinheit ausgeführt ist. In das Gehäuse (ein Rahmentyp mit vier Kammern) wird die Druckplatte eingelötet. Die an beiden Seiten angebrachten Deckel haben zur einwandfreien Kontaktgabe eine Cu-Folie. Diese Masseverbindung garantiert gute Entkopplung und Abschirmung.

Um gutes Kreuzmodulations- und Übersteuerungsverhalten zu gewährleisten, sind alle Fallen am Eingang angeordnet (Bild 2). Die Eigentonfalle ist über eine gemeinsame Leiterbahn direkt an die ZF-Leitung gekoppelt. Die Nachbartonfalle erzeugt eine Nullstelle bei 40,4 MHz. Dadurch erhält die Nyquist-Flanke bei hoher Nachbarkanalselektion einen günstigen Verlauf. Die Nachbarbildfalle ist als Saugkreis ausgeführt.

Der ZF-Kreis im Tuner bildet mit dem Eingangs-ZF-Kreis des ZF-Verstärkers ein fußpunktgekoppeltes Bandfilter. Die lose angekoppelte Regelstufe *T 6* verstimmt wegen ihrer mitlaufenden Kopplung bei großem Regelumfang (etwa 60 dB) den Eingang nur wenig. Das folgende kapazitiv gekoppelte Bandfilter ist sekundärseitig mit *R 104* ohmisch belastet, um die Durchlaßkurve des Bandfilters beim Hochlaufen des Collectorstroms des aufwärtsgeregelten Transistors *T 6* im ZF-Verstärker nicht zu zu verformen.

Da die Regelkennlinie beim Transistor reziprok zu der einer Regelröhre verläuft, fällt der Einsatz der Tunerregelung in einen Bereich großer Steilheit. Wegen der anfangs flach verlaufenden Regelspannung und des unkritischen Einsatzpunktes kann das in anderen Empfängern übliche Einstellpotentiometer entfallen.

In der zweiten ZF-Stufe arbeitet der Transistor AF 201. Durch die eingesattelte Durchlaßkurve des in seinem Collectorkreis liegenden kapazitiv gekoppelten Bandfilters erreicht man eine Gesamtdurchlaßkurve des Empfängers mit einem geraden Dach.

Um an der Bildröhre 100 V_{ss} zu erhalten, sind am Videogleichrichter *D 103* etwa 4 V_{ss} notwendig. Da sich der Transistor *T 8* besonders hoch aussteuern läßt, werden hier bis zu 6 V_{ss} erreicht (bei $U_{CE} = 15$ V, $I_C = 8$ mA). Diese Reserve kommt der Linearität des Verstärkers zugute. Der Ausgangskreis ist im Interesse eines betriebssicheren Aufbaues als Einzelkreis ausgeführt. Die Übertragungsverluste sind hierbei nur gering.

Hohe Übersteuerungsfestigkeit

Verschiedene neue *Metz*-Fernsehempfänger haben ein Chassis mit Transistor-Allbandtuner und transistorisiertem ZF-Teil mit zweistufigem Transistor-Regelverstärker. Die Regeleigenschaften dieser Transistorstufen sind so aufeinander abgestimmt, daß einwandfreie Pegelhaltung und maximale Übersteuerungsfestigkeit möglich sind.

Der ZF-Auskoppelkreis im Tuner bildet mit *L 204* das Eingangsbandfilter des ZF-Verstärkers (Bild 3). Im Koppelkreis liegen in Differentialbrückenschaltung die Sperrkreise für die Nachbarbild- und -tonträgerabsenkung sowie die als Saugkreis ausgeführte Eigentonfalle. Der erste ZF-Transistor *T 4* (AF 200) wird geregelt. In seinem Collectorkreis liegt ein breitbandiger Einzelkreis. Die bei der Regelung auftretende Bandbreitenänderung hat keinen Einfluß auf die Gesamtdurchlaßkurve. Videogleichrichter *D 1* und Video-Endstufe *Rö 1a* sind gleichstromgekoppelt. Die Ton-ZF wird an der Anode von *Rö 1a* ausgekoppelt und gelangt über ein zweikreisiges Bandfilter zum Ton-ZF-Verstärker *T 7* (AF 126), in dessen Collectorkreis der Ratiodetektor liegt. Die Begrenzereigenschaften von *T 7* werden noch durch die beiden vorgespannten Begrenzerdioden *D 3*, *D 4* verbessert.

Die Schaltung verarbeitet zusammen mit der AM-Unterdrückung des Ratiodetektors alle durch Kontrastregelung und Fehlabstimmung verursachten Pegelschwankungen des 5,5-MHz-Trägers.

Am Anodenwiderstand der Video-Endröhre nimmt man über einen einstellbaren Spannungsteiler (*R 251*) das Videosignal zur Steuerung der Regelspannungserzeugung ab.

Als Regelspannungsgenerator arbeitet die Triode *Rö 1b*. Der Sollwert wird ihrer Katode aus einem Spannungsteiler zugeführt, der zur Kompensation von Netzspannungsschwankungen einen konstanten Stromanteil aus der Boosterspannung erhält.

Zur Anode der Triode *Rö 1b* gelangen positive Zeilenrücklaufimpulse. Die Regelung kann also nur auf den Pegel der Synchronimpulse ansprechen. Die an der Anode von *Rö 1b* entstehende negative Spannung wird gesiebt, über den Spannungsteiler *R 261*, *R 262* ins Positive verschoben und dem zweistufigen Regelspannungsverstärker *T 8*, *T 9* zugeführt. Für die ZF-Regelung arbeitet *T 8* als Impedanzwandler. An seinem Emitter steht eine hinreichend niederohmige Regelspannung zur Verfügung, die die thermische Stabilität der ersten ZF-Stufe garantiert.

Für die HF-Vorstufenregelung arbeiten *T 8* und *T 9* als Spannungsverstärker. Die HF-Vorstufenregelspannung wird am 2,2-kOhm-Außenwiderstand *R 270* der zweiten Stufe abgenommen. Ohne Antennenspannung läuft die Basisspannung von *T 8* auf die durch *D 2* festgelegte Spannung von etwa 7 V. An der ZF-Regelleitung *R-ZF* (am Emitter von *T 8*) entsteht dann

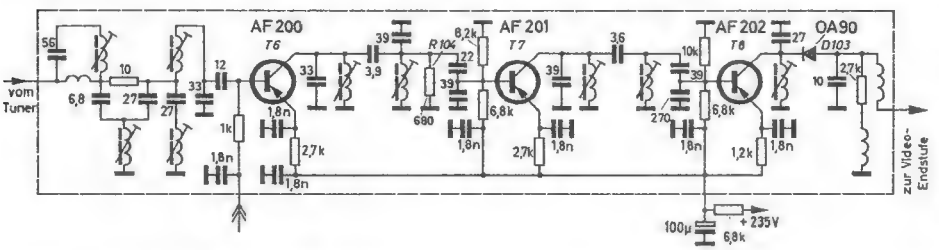


Bild 2 (oben). Teilschaltung des ZF-Verstärkers der Fernsehgeräte der Serie „83" von *Loewe Opta*

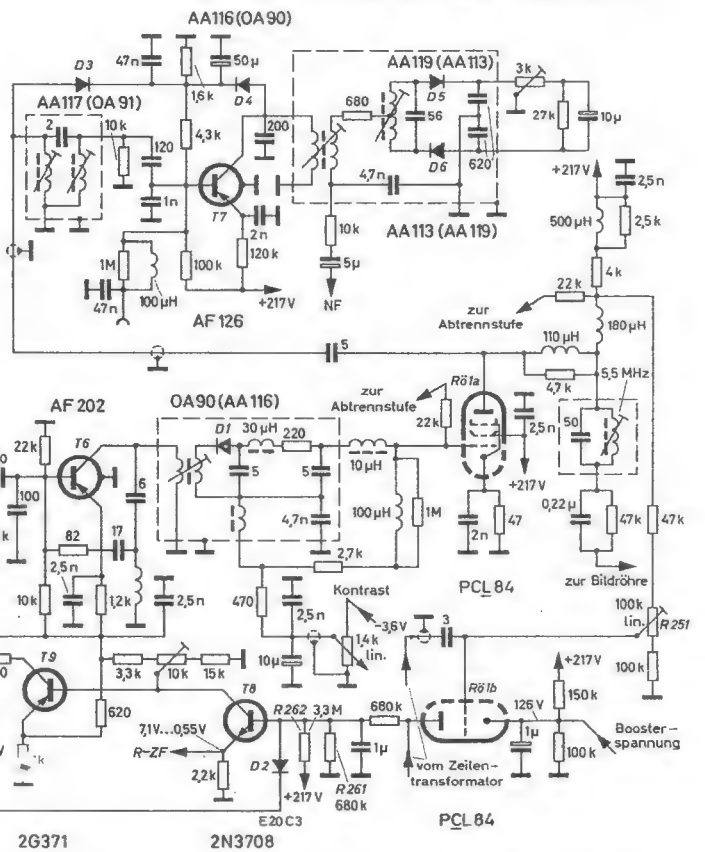


Bild 3. ZF-Verstärker, Ton-ZF-Verstärker, Videoverstärker und Regelspannungserzeugung im „Mallorca565" von *Metz* ▶

nahezu die gleiche Spannung (maximale Verstärkung des ZF-Verstärkers). In diesem Zustand fließt in *T 8* der höchste Strom, und damit hat der Collector seine niedrigste Spannung. Dies führt zur vollständigen Durchsteuerung von *T 9*. An der Leitung *R-HF* tritt dabei eine Spannung von etwa 9 V auf (größte Verstärkung der HF-Vorstufe).

Mit steigender Antennenspannung verringert die an der Taströhre entstehende negative Spannung die Basisspannung von *T 8* und damit auch die an *R-HF* auftretende ZF-Regelspannung. Dadurch steigt der Strom im ZF-Regeltransistor *T 4* an, und seine Verstärkung nimmt ab. Bis zu etwa 1,8 V an der Basis von *T 8* bleibt *T 9* jedoch noch übersteuert und die HF-Regelspannung etwa 9 V. Fällt bei weiterem Ansteigen der Antennenspannung die Basisspannung von *T 8* unter 1,8 V, dann setzt die Vorstufenregelung ein, unterstützt durch die Spannungsverstärkung des zweistufigen Regelverstärkers. Bei 1,1 V ZF-Regelspannung ist die HF-Vorstufe bereits voll herabgeregelt (auf 0,75 V). Diese schnelle Regelung der HF-Stufe bringt trotz der großen Schwankungen der Transistorregelcharakteristik eine einwandfreie Pegelhaltung im gesamten Verstärker und damit eine maximale Übersteuerungsfestigkeit.

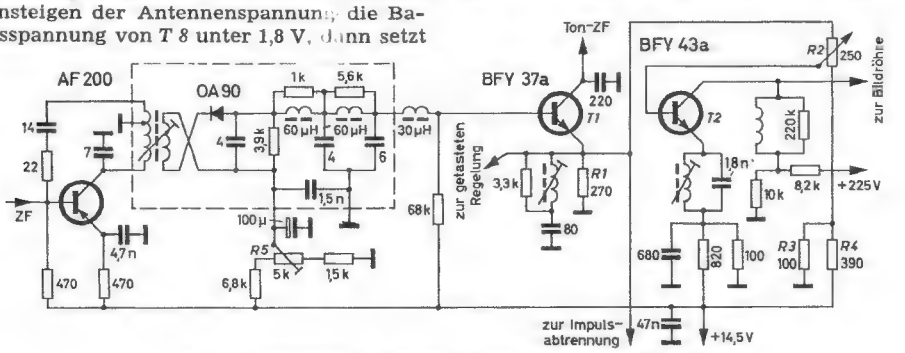


Bild 4. Teilschaltung der letzten ZF-Stufe, des Videogleichrichters und des Videoverstärkers im „Bildmeister FS 80" (*Siemens*)

Videoverstärker mit Siliziumtransistoren

Ein Videoverstärker muß eine verhältnismäßig hohe Ausgangspannung liefern. Da das mit normalen Germaniumtransistoren schwierig ist, werden im Videoverstärker des „Bildmeister FS 80" von *Siemens* Siliziumtransistoren eingesetzt. Da sich Transistoren sehr einfach direkt koppeln lassen, macht die Übertragung des Schwarzwertpegels mit einem Transistorverstärker keine Schwierigkeiten.

Vom Videodetektor gelangt das Videosignal über eine zweigliedrige Siebkette, die die Reste der Bild-ZF ausfiltert, zur Basis des Silizium-Planartransistors *T 1* (Bild 4). *T 1* arbeitet für das Videosignal als Emitterverstärker. Parallel zum 270-Ohm-Arbeitswiderstand liegt ein auf die Ton-ZF 5,5 MHz abgeglichener Kurzschlußkreis, der die starke Gegenkopplung für diese Frequenz aufhebt. Die Ton-ZF kann daher an einem 5,5-MHz-Kreis in der Collectorleitung abgenommen und zum Ton-ZF-Verstärker weitergeleitet werden. Außerdem schließt der Kurzschlußkreis die Ton-ZF am Emitter kurz und verhindert damit „Ton im Bild". Den gleichen Zweck hat der Schwingkreis am Emitter des Transistors *T 2*, der als 5,5-MHz-Sperrkreis wirkt. Er bildet eine Gegenkopplung für diese Frequenz und unterdrückt etwa im Videosignal vorhandene Reste der Differenzfrequenz.

Der Transistor *T 1* und die Widerstände *R 1*, *R 3* und *R 4* bilden eine Brückenschaltung. Am Potentiometer *R 2* kann daher eine mehr oder weniger hohe Videospannung zur Kontrasteinstellung abgegriffen werden, ohne daß sich die Gleichstromverhältnisse und die Arbeitspunkte der beiden Transistoren verändern.

Der Schwarzwert wird in jeder Stellung des Kontrastpotentiometers mit abgegriffen und übertragen.

T 2 (BFY 43a) übernimmt die eigentliche Videoverstärkung. Um den notwendigen Aussteuerungsbereich zu erhalten, wird er mit + 35 V am Colletor über einen Spannungsteiler aus der Anodenspannung des Röhrenteils betrieben. In der Zuleitung zur Bildröhrenkatode liegen die Schaltelemente zur Anhebung der hohen Videofrequenzen sowie ein Widerstand zur Strahlstrombegrenzung.

Die Spannung für das Amplitudensieb wird am Emitter des Transistors *T 1* abgenommen. Zum Abgleich der Restspannung für die Störaustastung ist das Gleichspannungspotential des Videodetektorkreises positiv angehoben. Mit dem 5-kOhm-Regelwiderstand stellt man den günstigsten Wert beim Abgleich der getasteten Regelung ein. Dieser transistorbestückte Videoverstärker trägt wesentlich zur Schaltungsvereinfachung und Betriebssicherheit des Gerätes bei.

Neuentwickelter ZF- und Videoverstärker

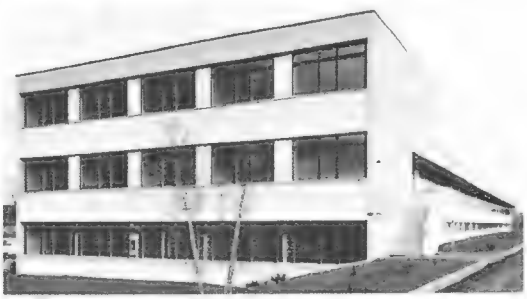
Der ZF-Verstärker des „Wegavision 3000 L" von *Wega* enthält Bandfilter mit kompensierten Fallen. Zwischen der VHF-Mischröhre im Tuner und der Videodiode liegen vier zweikreisige Bandfilter, also insgesamt acht Bild-ZF-Kreise. Bei zwei Bandfiltern läßt sich die Kopplung von außen einstellen. Bei Servicearbeiten ist allerdings eine Veränderung der Kopplung nur selten notwendig; sie ist vor allem zum Ausgleich der unterschiedlichen Kreisgüten des ersten ZF-Kreises im Kanalwähler bestimmt. Die erste ZF-Stufe mit der Röhre EF 183 übernimmt in Verbindung mit der VHF-Vorröhre PCC 189 die gesamte Regelung des Empfängers. In der zweiten ZF-Stufe arbeitet der Transistor AF 121 in neutralisierter Emitterschaltung.

Die letzte ZF-Stufe ist mit dem *npn*-Silizium-Planartransistor BF 173 bestückt. Dieser Transistor hat einen sehr geringen Rückwirkungsleitwert und braucht daher normalerweise nicht neutralisiert zu werden. Hier wurde jedoch nicht auf die Neutralisation verzichtet, um optimale Verstärkung und gewisse Verstärkungsreserven zu erhalten. Ein weiterer Vorzug dieses Transistors, die hohe Ausgangsleistung von 200 mW, ermöglicht es, der Videodiode eine HF-Spannung von 5 V_{ss} anzubieten. Daher kann die Videodiode immer im geraden Teil ihrer Kennlinie arbeiten und liefert dann minimale Gradationsverzerrungen sowie maximale Kontrastreserve.

Entsprechend geringer kann die Verstärkung der nachfolgenden Video-Endröhre sein. Sie läßt sich daher mit kleinen Außenwiderständen betreiben, die sich günstig auf den Frequenzgang und die Bandbreite des Videoverstärkers auswirken. Als Video-Endröhre wird die neue PCL 200 mit einer Steilheit von mehr als 20 mA/V für das L-System verwendet.

Werner W. Diefenbach

Neues Studer-Werk in Löffingen/Schwarzw.



Willi Studer hat seine erste Tochterfirma in Löffingen/Schwarzw. am 30. Mai 1966 eröffnet. Vielleicht war dieser Freitag mit der Zahl 13 ein Glückstag; jedenfalls wurde W. Studer von verschiedenen Seiten wegen seines Mutes bewundert, ausgerechnet im Land, das den größten Tonbandgeräteexport Europas hat, ein Werk für den Bau von unter der Marke „Revox" bekannten Tonbandgeräten zu erstellen.

Wieso gerade in Löffingen? Und warum ein Zweigwerk in Deutschland? Vielleicht liegt es auch an einem schweizerischen Gesetz, das — neu eingebracht — die Produzenten quasi zwingt, sich außerhalb der eidgenössischen Grenzen auszudehnen. Seit kurzem darf nämlich — so wurde von einem Fachmann erklärt — kein Schweizer Unternehmen Ausländer einstellen; wird schon jetzt ein bestimmter Prozentsatz an ausländischen Arbeitnehmern überschritten, dann müssen ausländische Arbeiter wieder abgebaut werden. Damit will die Schweiz sich vor einer Überfremdung und wohl auch Übervölkerung schützen. Sicherlich haben es manche Firmen im Hochschwarzwald nicht erfreut zur Kenntnis genommen, daß hier zusätzlich ein Unternehmen aufkreuzt, das ihnen unter Umständen Fachkräfte wegzieht. Die Zukunft wird zeigen, ob Zeit und Ort glücklich gewählt wurden.

Bei der Vorführung eines Probebandes auf einer „Revox G 36" anläßlich der Werkseröffnung sah man auch einen Verstärker, der ab Mitte 1967 lieferbar sein wird. Es handelt sich dabei um einen Zweikanal-Stereo-Verstärker mit 2 x 30 W Sinusdauerton (20 Hz bis 20 kHz ± 0,5 dB, Klirrfaktor max. 0,5%, Höhen- und Tiefenregelung von —12 dB... +12 dB in 4-dB-Stufen regelbar, 25 Transistoren + 6 Si-Dioden). Auch die in Löffingen gezeigten Lautsprecherboxen üblicher Bauart waren Versuchsmodelle der Firma *Studer*. Die Vorführung war klanglich ausgezeichnet; man scheute sich nicht, schwierigste Musikpassagen vom Forte bis zum Pianissimo wiederzugeben.

Das Magnettongerät „Revox G 36" ist kein „Neuling", hat jedoch jetzt eine optische Abschaltung serienmäßig eingebaut. Auch sonst sind kleine technische Verfeinerungen (Tonköpfe) vorgenommen worden.

Viele in- und ausländische Freunde des Stammhauses *Studer* in Regensdorf-Zürich waren Gäste bei der festlichen Eröffnung einer — das muß man sagen — musterhaft gebauten Fabrik. *Koe*

H.-J. GRIESE und H. EWERT, Sennheiser electronic, Bissendorf

Eine universell einsetzbare Verstärker-Lautsprecher-Kombination

Von *Sennheiser* wurde die Stereo-Anlage „Philharmonic" mit sogenannten Leistungsstrahlern, das heißt einer Verstärker-Lautsprecher-Kombination, herausgebracht. Zur Aussteuerung der eingebauten Transistorverstärker wird der genormte 1-V-Pegel (DIN 45 500 und DIN 45 566) verwendet. Dadurch ergeben sich recht universelle Einsatzmöglichkeiten für diese Leistungsstrahler, auf die im folgenden etwas näher eingegangen werden soll.

1. Eingangsschaltungen

Der im Leistungsstrahler (Bilder 1 und 2) eingebaute Verstärker hat zwei fünfpolige Eingangsbuchsen *I* und *II*, die nach Bild 3 geschaltet sind. Der Verstärkereingang liegt über ein Potentiometer parallel an Kontakt *3* der Buchse *I* und Kontakt *5* der Buchse *II*. Kontakt *5* der Buchse *I* ist mit Kontakt *3* der Buchse *II* verbunden. Das hat bei der „Philharmonic"-Anlage folgenden Sinn: Der Stereo-Vorverstärker (Mischverstärker) wird mit einem der Leistungsstrahler verbunden. Von dort führt eine gleichartige Leitung zum zweiten Leistungsstrahler und, wenn mehr als zwei Leistungsstrahler verwendet werden, von dort wieder zum nächsten usw. Dabei führt die Ader *3* des Verbindungskabels vom Vorverstärker die Tonfrequenzspannung des linken Kanals, die Ader *5* die des rechten Kanals. Wird dieses Kabel also mit der Buchse *I* verbunden, so erhält der Leistungsstrahler *1* die Tonfrequenzspannung des linken Kanals. Man kann ihm aber auch die Tonfrequenzspannung des rechten Kanals zuführen, indem man den Kabelstecker in die Buchse *II* einführt. Die freibleibende Buchse dient jeweils zur Weiterleitung zum nächsten Leistungsstrahler, wobei man dann wieder die Wahl hat, ihn mit der Tonfrequenzspannung des rechten oder des linken Kanals zu speisen. Bei der im Bild 3 dargestellten Schaltung gibt also der Leistungsstrahler *1* die Tonfrequenzspannung des linken Kanals, der Leistungsstrahler *2* die Tonfrequenzspannung des rechten Kanals wieder.

Da der Eingangswiderstand der Leistungsstrahler etwa 50 kOhm und der Ausgangswiderstand des Vorverstärkers nur etwa 50 Ohm beträgt, können praktisch unbegrenzt viele Leistungsstrahler an einen Vorverstärker angeschlossen werden.

Wie Bild 3 weiterhin zeigt, ist an Kontakt *4* jeder Eingangsbuchse eine Versorgungsspannung von —38 V über eine Diode geschaltet. Diese Spannung ist für die Speisung des Vorverstärkers bestimmt. Dabei haben die Dioden folgende Bedeutung: Ist beispielsweise die Buchse *I* mit dem Vorverstärker verbunden, so sinkt die über Kontakt *4* zugeführte Versorgungsspannung um den Spannungsabfall am Vorwiderstand 56 Ohm ab. Die Diode *D 2* ist dann in Sperrichtung gepolt, so daß andere angeschlossene Leistungsstrahler zur Speisung nicht mehr beitragen können und damit eindeutige Verhältnisse vorliegen. Ist andererseits der Leistungsstrahler *2* stromlos, so ist die Diode *D 3* gesperrt. Es kann also niemals ein Leistungsstrahler in einen anderen hineinspeisen. Ähnlich wie die Eingangsspannungen kann auch die Netzspannung von Leistungsstrahler zu Leistungsstrahler durchgeschleift werden, da jeder Verstärker auch eine Schutzkontakt-Steckdose hat.

Für kommerzielle Anwendungen gibt es auch eine Studioausführung des Leistungsstrahlers mit einem symmetrisch erdfreien Eingang (Bild 4). Der Eingangswiderstand ist 3 kOhm, die Symmetriedämpfung > 40 dB im ganzen Tonfrequenzbereich des Leistungstrahlers. Dieser erdfrei symmetrische Eingang bietet eine besonders große Sicherheit gegenüber eingekoppelten Störspannungen.

2. Verstärker

Im Bild 5 ist die vereinfachte Verstärkerschaltung dargestellt. Die Transistoren *T 1* und *T 2* bilden einen stark gegengekoppelten Eingangsverstärker. Die Gegenkopp-

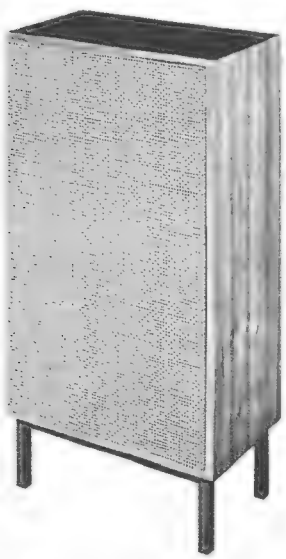


Bild 1. Vorderansicht des Leistungsstrahlers

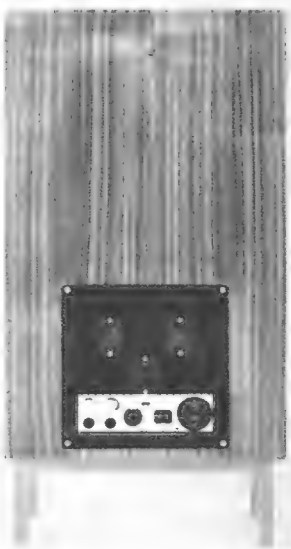


Bild 2. Rückansicht des Leistungsstrahlers

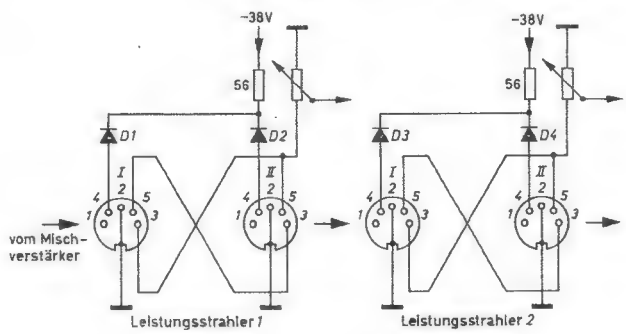


Bild 3. Eingangsschaltung des Leistungsstrahlers „VKL 303"

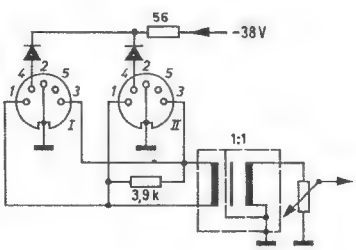


Bild 4. Eingangsschaltung des Leistungsstrahlers „VKL 303/1"

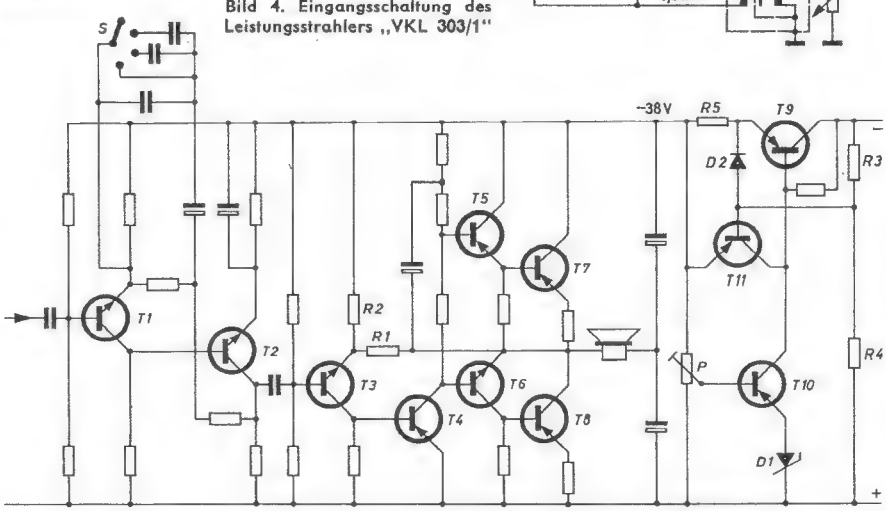


Bild 5. Vereinfachtes Schaltbild des Verstärkers

lung ist frequenzabhängig und in vier Stufen umschaltbar. Auf diese Weise kann der Frequenzgang des Leistungsstrahlers den jeweiligen Gegebenheiten des Wiedergaberaumes beziehungsweise der Aufstellung im Wiedergaberaum optimal angepaßt werden [1]. An den Eingangsverstärker schließt sich der eigentliche Leistungsverstärker an, der galvanisch gekoppelt und galvanisch gegengekoppelt ist. Die Transistoren *T 3* und *T 4* arbeiten im A-Betrieb, die Komplementär-Transistoren *T 5* und *T 6* bilden den Treiber, die Transistoren *T 7* und *T 8* sind Driftfeld-Leistungstransistoren, die ebenso wie der Treiber in B-Schaltung mit sehr kleinem Ruhestrom arbeiten.

Die Gegenkopplung führt vom Ausgang des Verstärkers über den Spannungsteiler *R 1* und *R 2* auf den Emitter des Transistors *T 3*. Der Gegenkopplungsfaktor beträgt etwa 40 dB und sichert so geringste nichtlineare Verzerrungen (Klirrfaktor rund 0,2 %) sowie die sehr niedrige Quellimpedanz von etwa 0,2 Ohm für den Lautsprecher.

Der Verstärker wird an einer elektronisch gesiebten und stabilisierten Versorgungsspannung von —38 V betrieben. Dadurch ist die Sinusdauerleistung gleich der Musikleistung, und man erhält ganz saubere Bässe ohne Modulationsbrumm und Einschwingvorgänge durch Arbeitspunktverlagerungen. Zur elektronischen Stabilisierung dienen die Transistoren *T 9* und *T 10* mit der Zenerdiode *D 1*. Mit dem Potentiometer *P* wird die Betriebsspannung eingestellt.

Die elektronische Stabilisierung ist mit einer elektronischen Sicherung kombiniert. Überschreitet beispielsweise bei Übersteuerung des Verstärkers der von der Endstufe aufgenommene Strom einen bestimmten Wert, so bewirkt der Spannungsabfall an *R 5* über die Diode *D 2* und den Transistor *T 11*, daß der Transistor *T 9* so weit sperrt, daß der Strom konstantgehalten wird und die Betriebsspannung fällt. Sinkt sie dabei infolge irgendeines Fehlers unter einen durch die Widerstände *R 3* und *R 4* festgelegten Wert, so sperrt *T 9* vollständig und unabhängig vom Betriebsstrom, und die Betriebsspannung bricht zusammen. Es fließt dann nur noch ein sehr kleiner Reststrom über *T 11*, der nach Beseitigung des Fehlers beziehungsweise nach Verminderung der tonfrequenten Aussteuerung zum selbsttätigen Wiedereinschalten führt.

3. Akustische Eigenschaften

Das Tieftonsystem des Leistungsstrahlers arbeitet in einem größeren Frequenzbereich mit „elektrischer Hemmung". Das bedeutet, daß in diesem Bereich die Bewegung der Spule durch die in ihr infolge der Bewegung im Magnetfeld induzierte EMK begrenzt wird. Da die induzierte Spannung der Geschwindigkeit der Spule proportional ist, wird der Spule auf diese Weise bei konstanter Spannung eine von der Frequenz unabhängige Geschwindigkeit aufgezwungen, und man erhält beim Strahler nullter Ordnung (Lautsprecher in geschlossener Box) einen mit 6 dB/Oktave ansteigenden Frequenzgang.

Im Bereich elektrischer Hemmung ist eine optimale Führung der Spulenbewegung durch die angelegte Spannung gegeben, wie sie sonst nur durch die Bewegungsgegenkopplung (motional feedback) erreicht werden kann. Zur Erzeugung eines geraden Frequenzganges benötigt man eine elektrische Entzerrung, die im Eingangsverstärker angeordnet ist und gleichzeitig zur Anpassung an die akustischen Verhältnisse des Wiedergaberaumes dient.

Wollte man diese Entzerrung vermeiden, so müßte die Masse des schwingenden Systems vergrößert werden, wie es bei Kompaktlautsprechern vielfach üblich ist. Das würde aber den Wirkungsgrad des Lautsprechers herabsetzen und die Einschwingzeit vergrößern.

Bild 6 zeigt die prinzipiellen Frequenzgänge von Lautsprechern in geschlossenen Gehäusen. Im Gebiet der Hauptresonanz

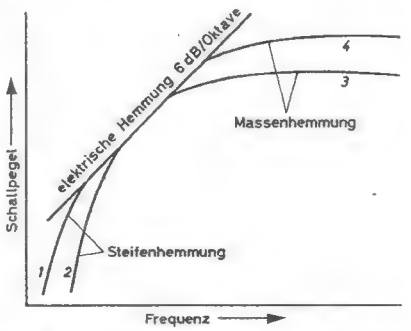


Bild 6. Prinzipielle Frequenzgänge von Lautsprechern

ist bei einem Lautsprecher mit gutem elektromagnetischen Wirkungsgrad – also hoher magnetischer Induktion – und niedrigem Verstärkerausgangswiderstand elektrische Hemmung der Spulenbewegung vorhanden. Dieser Frequenzbereich kann im Interesse eines horizontalen Frequenzganges nur durch Massenbelastung des schwingenden Systems auf Kosten des Wirkungsgrades eingeengt werden (Kurven *3* und *4*). Eine Verkleinerung des Gehäusevolumens bewirkt eine erhöhte Steifenhemmung und ebenfalls eine Verringerung des Frequenzgebietes der elektrischen Hemmung (Kurven *1* und *2*). Das geschieht jedoch auf Kosten der Wiedergabe tiefster Frequenzen.

Bild 7 zeigt die akustischen Frequenzgänge des Leistungsstrahlers. Mit *A* ist der unentzerrte Frequenzgang bezeichnet, der im

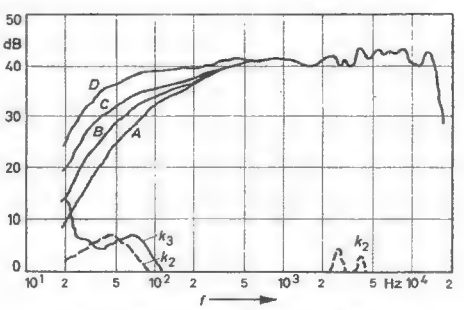


Bild 7. Frequenzgang des Leistungsstrahlers der „Philharmonic"-Anlage

Gebiet der elektrischen Hemmung mit 6 dB/Oktave ansteigt. Die Resonanz, die bei etwa 60 Hz liegt, ist im Frequenzgang nicht zu erkennen. Wird der Lautsprecher in einer Raumecke aufgestellt, so kann unter Umständen die Kurve *A* optimal sein, da bei dieser Aufstellung die Abstrahlung der tiefen Frequenzen besonders günstig ist. Die Kurve *B* wird vorzugsweise bei Aufstellung des Lautsprechers in einer Raumkante, die Kurve *C* bei Aufstellung an einer Wand und die Kurve *D* bei freier Aufstellung im Raum verwendet. Im Bild 7 sind außerdem die Klirrkomponenten k_2 und k_3 bei einem Schalldruck von 12 µbar in 1 m Entfernung vor dem Lautsprecher dargestellt. Die Klirrdämpfungen übersteigen oberhalb 120 Hz Werte von 40 dB. Die höheren Verzerrungen bei tiefen Frequenzen werden praktisch nicht wahrgenommen, da das Ohr hier außerordentlich unempfindlich gegenüber nichtlinearen Verzerrungen ist [2].

Die Übergangsfrequenz zum Hochtonsystem wurde auf etwa 1000 Hz gelegt. Da das Tieftonsystem einen hohen Wirkungsgrad hat, wird auch vom Hochtonsystem ein hoher Wirkungsgrad gefordert. Es wurde deshalb ein Ovallautsprecher mit relativ großer Membran verwendet. Durch die Formgebung der Membran und hohe innere Dämpfung konnte erreicht werden, daß ein ziemlich glatter Frequenzgang entsteht, obwohl die Membran mit steigender Frequenz immer mehr unterteilt schwingt.

Mit steigender Frequenz wird der wirksame schallabstrahlende Teil der Hochtonmembran immer kleiner, bis schließlich nur noch der an der Spule unmittelbar angrenzende Teil wirksam ist. Dadurch steigt die Bündelung mit der Frequenz verhältnismäßig langsam an, so daß auch im Diffusfeld ein relativ glatter und mit der Frequenz nur wenig abfallender Frequenzgang vorhanden ist.

4. Einsatzbeispiele

Der Einsatz der Leistungsstrahler für Heim-Stereo-Anlagen wird an anderer Stelle beschrieben [3]. Für Stereo-Bars ist die einfache Parallelschaltmöglichkeit beliebig vieler Leistungsstrahler von Vorteil.

Die Kombination eines drahtlosen Mikrofons mit einem oder mehreren Leistungsstrahlern gibt eine sehr zweckmäßige Anlage für Vortragende und Solisten.

Bild 8 zeigt eine Anlage, wie sie in Tanzschulen verwendet wird. Ein Plattenspie-

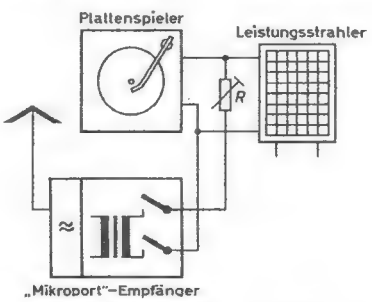


Bild 8. Schaltung zur Einblendung eines drahtlosen Mikrofons

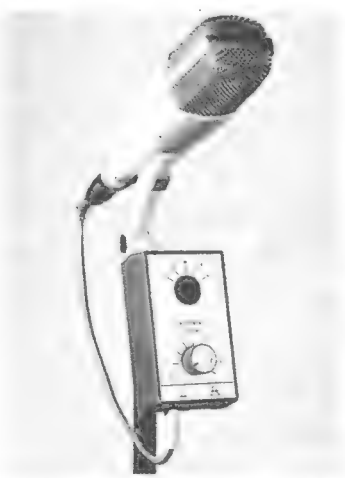


Bild 9. Ansicht des Vorverstärkers „VV 303"

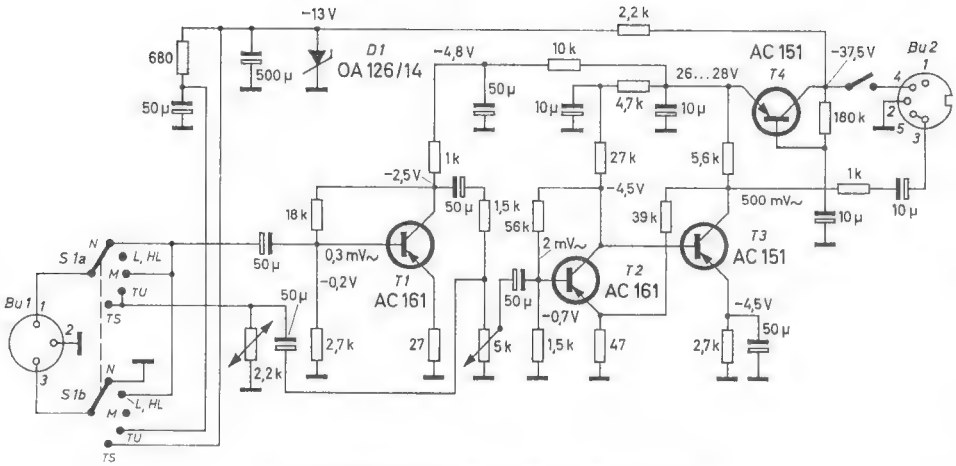


Bild 10. Schaltung des Vorverstärkers „VV 303"

ler (mit eingebautem Vorverstärker) ist mit dem Leistungsstrahler verbunden und ersetzt gewissermaßen das Orchester. Über ein drahtloses Mikrofon kann sich der Tanzlehrer jederzeit einblenden und seine Anweisungen geben. Zur Einblendung dient dabei die Rauschsperre des „Mikroport"-Empfängers, dessen Relais beim Unterschreiten einer bestimmten Hochfrequenz-Eingangsspannung den niederfrequenten Ausgang abtrennt. Das drahtlose Mikrofon wird also immer dann auf den Leistungsstrahler geschaltet, wenn der Tanzlehrer seinen Sender einschaltet. Durch Einstellung des Widerstandes *R* kann man auf einfache Weise dafür sorgen, daß dann die Schallplattenwiedergabe um einen gewünschten Betrag leiser ist. Wird *R* beispielsweise Null, so wird bei Aufschaltung des Empfängers durch dessen niedrigen Innenwiderstand die Belastung für den Schallplattenspieler so groß, daß dessen Wiedergabe nahezu vollständig unterbrochen wird.

Eine Solistenanlage kann auch unter Verwendung des im Bild 9 gezeigten Vorverstärkers „VV 303" aufgebaut werden. Der Vorverstärker, der am Mikrofonstativ befestigt werden kann und dessen Schaltung Bild 10 zeigt, erhält seinen Betriebsstrom vom Leistungsstrahler. An den Vorverstärker können alle Arten dynamischer Mikrofone und *Sennheiser*-Kondensatormikrofone angeschlossen werden. Die Anpassung des Verstärkereingangs erfolgt dabei mit dem Wahlschalter *S 1a, S 1b*.

Schrifttum

[1] Griese, H.-J.: Übertragungseigenschaften moderner Lautsprecher. Funk-Techn. Bd. 20 (1965) Nr. 20, S. 820–822, u. Nr. 21, S. 859–860

[2] Feldtkeller, R.: Die Hörbarkeit nichtlinearer Verzerrungen bei der Übertragung musikalischer Zweiklänge. Akustische Beihefte Bd. 2 (1952) Nr. 3, S. 117 bis 124

[3] Griese, H.-J., Ewert, H., u. Seippel, I.: Stereo-Anlage mit Mischverstärker, Regieteil und Leistungsstrahlern. radio mentor (erscheint demnächst)

Bericht von der Hannover-Messe 1966

Empfangsantennen für die Bereiche I, II und III

Wie alljährlich, so wurde auch diesmal wieder auf der Hannover-Messe eine Anzahl von Antennenneuheiten vorgestellt. Nachstehende Hinweise streifen kurz die Ergänzungen für die Fernsehbereiche I und III sowie für UKW (Bereich II). Über allgemeine Tendenzen und über Neuheiten für UHF (Bereiche IV und V) wird auf den Seiten 412 und 414 berichtet.

Bereich-I-Antennen

Bei den Antennen für Bereich I (stets Yagiantennen mit einem gespeisten Dipol) waren in Hannover keine wesentlichen Änderungen festzustellen.

18-Elemente-Kanalantenne „SKA 1318" (*Siemens*) für besonders schwierige Empfangsverhältnisse im Bereich III

Bei *Schniewindt* ist neu die 11-Elemente-Antenne „SFA 111/ ..." für je einen Kanal (Gewinn 10 dB, Vor-Rückverhältnis 24 dB).

Stolle rundete das Typenprogramm durch die neue 3-Elemente-Antenne „LA 2/11 K ..." für je einen Kanal ab (Gewinn 4 dB, Vor-Rückverhältnis 11 dB, für horizontale oder vertikale Polarisation verwendbar).

Bereich-III-Antennen

Im Bereich III wurde im allgemeinen die bewährte Yagi-Bauart mit einem gespeisten Dipol beibehalten; einige Firmen ergänzten hier ihre Serien. Nur bei *Stolle* fand man eine neue Bereich-III-Antenne mit mehreren gespeisten Dipolen.

Für besonders schwierige Empfangsverhältnisse kam bei *Siemens* die „SKA 1318" für je einen Kanal im Bereich III hinzu (13 Elemente, Gewinn 13,5 dB, Vor-Rückverhältnis 34 dB).

Stolle bietet als preisgünstige Parallelausführung zu der bekannten „LA"-Serie von Breitbandantennen für den Bereich III (Kanäle 5 ... 12) in normaler Yagi-Bauform mit einem gespeisten Faltdipol neuerdings auch eine „BS"-Serie an, die in den technischen Daten etwa der „LA"-Serie entspricht. In der neuen „BS"-Serie stehen zur Verfügung die Antennen „BS 4/ K 5–12 E" (4 Elemente, Gewinn 6,5 dB, Vor-Rückverhältnis 16 dB), „BS 6/31 K 5–12 E" (6 Elemente, Gewinn 7,5 dB, Vor-Rückverhältnis 17 dB), „BS 10/31 K 5–12 E" (10 Elemente, Gewinn 7,5 dB, Vor-Rückverhältnis 24 dB) und „BS 13/31 K 5–12 E" (13 Elemente, Gewinn 11 dB, Vor-Rückverhältnis 25,5 dB).

In der bei *Stolle* mit „Multiplex" bezeichneten Ausführungform mit mehreren gespeisten Dipolen des Erregersystems hat die Firma jetzt auch eine Antenne für den Bereich III entwickelt. Diese neue „LAG 10/13 K 5–12 E" hat 5 gespeiste Faltdipole und 5 vorgeschaltete Direktoren (Gewinn 11,5 dB, Vor-Rückverhältnis 27 dB). Der Hersteller hebt in seinen Angaben noch große Nebenzipfelarmut und schmalen horizontalen Öffnungswinkel hervor.

Bei den Hochleistungsantennen von *Telo* für den Bereich III wurde die mechanische Festigkeit durch Anbringung einer Zusatzstütze wesentlich erhöht.

Alle Bereich-III-Kanalantennen von *Zehnder* sind jetzt mit Abbrechenden versehen, so daß sie vom Käufer auf einen beliebigen Kanal im Bereich III abgestimmt werden können. Neu ist bei *Zehnder* die 14-Elemente-Kanalantenne „FSK 14" (Gewinn 11,3 dB, Vor-Rückverhältnis 26 dB, horizontaler Öffnungswinkel 44°, vertikaler Öffnungswinkel 52°.

UKW-Antennen (Bereich-II-Antennen)

Schon im letzten Jahr brachten verschiedene Firmen einige Hochleistungsantennen in üblicher Yagi-Bauweise mit guter Richtwirkung heraus, um vor allem für Stereo-Rundfunkempfang günstige Empfangsverhältnisse zu schaffen. In Hannover zeigten diesmal die nachstehenden Firmen Neuentwicklungen.

Engels: Stereo-UKW-Antenne „4034" (6 Elemente, Gewinn 7 ... 8 dB, Vor-Rückverhältnis 20 dB).

Schniewindt: UKW-Rotor-Antenne „28" (8 Elemente, Gewinn 9,5 dB, Vor-Rückverhältnis 25 dB, horizontaler Öffnungswinkel 46°; die Antenne wird zusammen mit einem Antennenrotor und dem zugehörigen Steuergerät geliefert).

Wisi: UKW-Richtantenne „US 08" (8 Elemente, Gewinn 8 dB, geringe Nebenzipfel).

Zehnder: UKW-Hochleistungsantenne „AH 12" (7 Elemente, Gewinn 9 dB, Vor-Rückverhältnis 20 dB, Öffnungswinkel horizontal 50° und vertikal 70°).

Fernseh-Empfangsantennen für UHF

Die Antenne – das ging auf den Ständen der Antennenhersteller auf der diesjährigen Hannover-Messe besonders stark hervor – ist stets nur ein Teil der für einen ungetrübten Fernsehempfang notwendigen, oft umfangreichen Antennenanlage. Außer der in ihren technischen Eigenschaften sehr genau auf die am Empfangsort vorhandenen Verhältnisse (einfallende Feldstärke, Reflexionen an Hindernissen, Einstrahlung von Störspannungen) abgestellten Antenne muß die Gesamtanlage so ausgelegt sein, daß auf dem Weg der Nutzspannung von der Antenne bis zum Empfänger keine zusätzlichen Störungen ein- oder auftreten. Durch die Verteilungsleitungen bedingte Dämpfungen sind mit Hilfe von Verstärker eventuell wieder auszugleichen, und gegenseitige Störungen der einzelnen Frequenzbereiche müssen ferner ebenso vermieden werden wie eine Übersteuerung der Verstärker und Empfänger. Das erfordert eine sehr sorgfältige Auswahl aller Teile der Antennenlage unter Verwendung hochwertiger Kabel, Weichen, Verstärker, Abschwächer, Verteiler und Anschlußdosen.

Sind alle diese Bedingungen erfüllt, dann wird jede Antennenanlage, die Schwarz-Weiß-Bilder einwandfrei überträgt, künftig auch gute Farbbilder wiedergeben, wenn im Herbst 1967 das Farbfernsehen eingeführt wird. Das Farbfernsehen wird auf den gleichen Frequenzen wie das Schwarz-Weiß-Fernsehen erfolgen, also sowohl in den VHF- als auch in den UHF-Bereichen, für die man auf Grund der Unterschiedlichkeit ihrer Wellenlängen getrennte Antennen benötigt. Besondere Antennenkonstruktionen für den Empfang von Fernsehübertragungen in Farbe sind, darauf wies auch der Fachverband Empfangsantennen des ZVEI in Hannover mit einem besonderen Informationsblatt und in anderen Verlautbarungen hin, jedenfalls nicht erforderlich. Als Beispiel vieler Untersuchungen an bestehenden Anlagen heißt es unter anderem im erwähnten Informationsblatt: „Das Institut für Rundfunktechnik hat in Hamburg an 121 über das ganze Stadtgebiet verteilten Stellen 4 641 Beobachtungen von Farbbildern durchgeführt. Dazu wurden bereits installierte Antennenanlagen benutzt – und zwar 57 % Einzelantennen und 43 % Gemeinschaftsanlagen. Dabei sind von verschiedenen Personen 98,5 % der Bilder als befriedigend oder besser beurteilt worden. Bei den hier untersuchten Antennen handelte es sich um Anlagen, die im Schwarz-Weiß-Bild keine Beanstandungen ergaben. Die Versuche der deutschen Hersteller von Empfangsantennen zeigten ebenfalls, daß für Schwarz-Weiß einwandfrei geplante und sorgfältig installierte Empfangsanlagen gute Farbbilder ergaben."

Rückfragen bei den bedeutendsten Antennenherstellern zeigten, daß bei solchen Untersuchungen auch in Gemeinschaftsanlagen mit Frequenzumsetzung keinerlei Störungen (beispielsweise Farbverfälschungen durch Intermodulation) auftraten, wenn die auch für das Schwarz-Weiß-Fernsehen notwendigen Betriebsbedingungen (Vermeidung von Übersteuerungen) eingehalten wurden.

In bezug auf gute Wiedergabe von Farbbildern in neu zu erstellenden Anlagen sagt das Informationsblatt abschließend: „Die Anlagen müssen mit Material aufgebaut werden, das von den Herstellern heute schon für zukunftssichere und farbtüchtige Anlagen empfohlen wird. Außerdem müssen die Bau- und Meßvorschriften der betreffenden Herstellerfirma genau beachtet werden."

Auf den Ständen in Hannover fand man deshalb sehr oft auf das gesamte Material oder auf einzelne Antennenserien hinweisende Texte wie „natürlich Farbfernsehtüchtig in allen FS-Bereichen", farbtüchtig", „color", „multicolor", „colortested", „für das Farbfernsehen geeignet", „Farbempfang in allen Fernsehbereichen I-III-IV-V" und der gleichen, die in ihrer Formulierung mehr oder weniger auch vom Temperament des Werbefachmannes zeugten.

Hervorgerufen durch das Vorpreschen eines Antennenherstellers, war wider Willen vieler Techniker das Antennenproblem beim Farbfernsehen auf der Messe dadurch etwas in den Vordergrund gedrängt. Das war besonders im UHF-Gebiet der Fall – eigentlich unberechtigterweise, da sich, wie schon erwähnt, das Farbfernsehen tatsächlich in allen FS-Bereichen abspielt. Im folgenden Bericht wird nur auf die UHF-Antennen eingegangen. Alle Angaben stützen sich auf von den Herstellern erhaltene Unterlagen; sofern bei den technischen Daten nur ein Wert angegeben ist, handelt es sich um einen (über den mit der jeweiligen Antenne möglichen Empfangsbereich) gemittelten Wert.

UHF-Antennen

In allen Fernsehbereichen ist, ebenso wie im UKW-Bereich, vorwiegend die Yagi-Bauart von Antennen mit Halbwellenelementen anzutreffen (wobei im allgemeinen nur ein einziger Dipol gepeist wird). Die oftmals schwierigen UHF-Empfangsverhältnisse, der mit 40 Kanälen sehr breite UHF-Bereich und der in diesem Bereich meistens notwendige hohe Antennengewinn (zum Ausgleich von mit steigender Empfangsfrequenz sinkender Empfindlichkeit der Fernsehempfänger sowie der auf dem Ausbreitungsweg und in den Antennenanlagen steigenden Dämpfung) zwangen die Antennenhersteller zur Konstruktion sehr vieler UHF-Antennentypen. So führen alle Firmen, die in Hannover UHF-Antennen ausstellten (s. Tab. I) eine Vielzahl von in ihrer Leistung unterschiedlichsten Kanalgruppenantennen, Bereich-IV- oder Bereich-V- und sehr breitbandige Bereich-IV/V-Antennen in Yagibauweise, die jeweils auf bestimmte Eigenschaften hin (dem Aufwand entsprechender maximaler Gewinn, gute Richteigenschaften mit geringen Nebenzipfeln) entwickelt wurden. Da am Empfangsort oft mehrere UHF-Sender des zweiten und dritten Programms auf frequenzmäßig sehr entfernten Kanälen einfallen, ist eine große Breitbandigkeit sehr erwünscht und auch für die Lagerhaltung beim Handel zweckmäßig. Das konnte praktisch bei allen Herstellern bereits mit „waschechten" Yagiantennen erreicht werden. Für besondere Anforderungen mußten jedoch auch die Kanalgruppen- und Bereichsantennen weiter beibehalten werden. Aus den vielen Typen muß sich der Antennenbauer für die am Empfangsort herrschenden Verhältnisse wohl oder übel die günstigste und dabei noch preiswürdigste Antenne heraussuchen.

Yagiantennen haben trotz ihrer bei hohen Leistungen großen Anzahl der Elemente und der damit bedingten großen Antennenträgerlänge eine zu anderen Ausführungen etwa gleicher Leistung verhältnismäßig geringere Windlast.

Eine andere Antennenbauform für UHF-Antennen ist die Flächenreflektorantenne, die als Corner-Reflektorantenne

Tab. I. Bauformen von UHF-Antennen
(nach Unterlagen der Antennenfirmen, die auf der Hannover-Messe Antennen ausstellten)

Hersteller	Yagiantennen			Reflektorantennen	
	mit einem gespeisten Dipol	mit mehreren gespeisten Dipolen	Kombinationsantennen	Corner-Reflektor	Flächenreflektor (Gitter)
Astro	×		×		×
Bosch	×		×		×
dipola	×	×	×		×[2]
Engels	×		×		×
Förderer	×				
fuba	×[1]		×		
Hirschmann	×		×	×	×
Kathrein	×	×	×		
Schniewindt	×		×	×	
Siemens	×		×	×	×
Stolle	×	×	×		×
Telo	×				×
Wisi	×		×	×	×
Zehnder	×		×	×	×

[1]) „XC"-Antennen (Yagi mit Flächenreflektor)
[2]) Parabolreflektor

Eine so gut wie die andere

Mit der Einführung der neuen Kennfarben hat VARTA seinen Trockenbatterien ein neues Gesicht gegeben.

Wenn Ihnen jetzt noch Batterien in der alten Aufmachung angeboten werden, so handelt es sich dabei keineswegs um „Ladenhüter".

Die Umstellung unserer Produktion auf die neuen Etiketten wird einige Zeit beanspruchen — denn VARTA baut ja eine große Anzahl verschiedener Trockenbatterie-Typen, für jeden Zweck die richtige.

Die „alten" sind deshalb keineswegs „altersschwach". Eine VARTA Batterie ist so wie die andere. VARTA hat nur das Äußere verändert. In ihrer Qualität sind beide — die alte und die neue VARTA Trockenbatterie — gleich gut.

VARTA Batterien haben eine lange Lagerfähigkeit. Jede VARTA Trockenbatterie ist mehrfach geprüft, ehe sie das Werk verläßt. Daher können Sie sicher sein, mit VARTA Trockenbatterien verkaufen Sie geprüfte Qualität.

Immer wieder
VARTA wählen

mit Ganzwellendipol und abgewinkelter, aus Stäben gebildeter Reflektorwand schon frühzeitig auf den Markt kam. Sie wurde auch in Hannover wieder von verschiedenen Firmen angeboten und vereinigt in sich beispielsweise gute Richtwirkung mit großer Bandbreite (Bereiche IV/V). Gegenüber der normalen Yagiantenne ist ihre Baulänge kürzer, dafür sind Breiten- und Höhenausdehnung jedoch größer.

Schließlich entstanden aus diesem Antennenprinzip durch Zusammenfassung mehrerer Ganzwellenstrahler vor einer gemeinsamen, gestreckten (gitterförmigen) Reflektorwand die Flächenreflektorantennen (Gitterwandantennen). In bestimmten Käuferkreisen wurden sie als recht leistungsfähige Breitbandantenne für die Bereiche IV/V, in den letzten Jahren sehr beliebt und werden heute neben den Yagiantennen von einer ganzen Anzahl von Firmen im Herstellungsprogramm geführt. (s. Tab. I.)

Das spornte wiederum einige Firmen dazu an, auch bei den Yagiantennen noch vorhandene Möglichkeiten in Sonderkonstruktionen auszunutzen. So schuf man in letzter Zeit zum Beispiel einige Antennen, bei denen entweder alle Elemente oder zumindest mehrere Dipole des Erregersystems der Antennen als aktive Elemente an die Niederführung angeschlossen werden (periodisch-logarithmisches System). Mit diesen Antennen erreicht man – bei allerdings gegenüber den Yagiantennen mit nur einem gespeisten Dipol wohl etwa erhöhtem Aufwand – ebenfalls große Bandbreite bei guten Richteigenschaften. Und ganz zum Schluß kam vor kurzem eine Firma (*fuba*) noch mit Neuentwicklungen heraus, die in der gedrängten Zusammenfassung mehrerer Yagiantennen und einer Reflektorwandantenne bestehen[1]). Sieht man aber von *fuba* ab, die ihr gesamtes UHF-Antennen-Fertigungsprogramm ganz auf diese neue „XC"-Serie umstellen, dann waren in Hannover meistens nur wenige Ergänzungen der bisherigen Serien anzutreffen.

Yagiantennen

Bei den Yagiantennen mit einem gespeisten Dipol erweiterte *Astro* den Empfangsbereich der Bereich-IV-Antennen „UF 11" (11 Elemente, Gewinn 9...11,5 dB) und „UF 23" (23 Elemente, Gewinn 12...13,5 dB) auf die Kanäle 41...42 (bisher 21...37).

Auf die neue „XC"Serie von *fuba* wurde bereits hingewiesen.

Zehnder ergänzte das Programm um zwei Kanalgruppenantennen, und zwar um die neue 18-Elemente-Kanalgruppenantenne „FDK 18" (Gewinn 13 dB, Vor-Rückverhältnis 25 dB, Öffnungswinkel horizontal 35° und vertikal 38°) und die neue 23-Elemente-Kanalgruppenantenne „FDK 23" (Gewinn 14 dB Vor-Rückverhältnis 26 dB, Öffnungswinkel horizontal 32° und vertikal 34°).

Drei neue Breitbandantennen für die Bereiche IV/V (Kanäle 21...60) mit jeweils mehreren gespeisten Dipolen fand man bei *dipola*. Es handelt sich um die Antennen „4513 MD" (13 Elemente, davon 6 gespeiste Faltdipole und 7 Direktoren, Gewinn 9,5 dB, Vor-Rückverhältnis 23 dB) sowie „4527 MD" (27 Elemente, davon 11 gespeiste Faltdipole und 16 Direktoren, Gewinn 12,5 dB, Vor-Rückverhältnis 26 dB).

[1]) UHF-„XC"-Antennen. Funk-Techn. Bd. 21 (1966) Nr. 8, S. 282, 284

Sonderkonstruktionen von Yagiantennen sind die sogenannten Kombinationsantennen. Sie vereinigen in sich gewöhnlich eine Breitbandantenne für den Bereich III und eine Breitbandantenne für Bereich IV/V. Beide voneinander getrennte

UHF-Breitbandantenne „4513 MD" mit 6 gespeisten Dipolen (*dipola*)

Antennen sind hintereinander entweder auf einem starren gemeinsamen Tragrohr angebracht (für Empfang von aus gleichen Richtungen einfallenden Sendern) oder mit einem Gelenk verbunden (für Empfang von aus verschiedenen Richtungen einfallenden Sendern). In einer anderen Bauform für den Empfang von Sendern aus etwa gleicher Richtung sind die Antennen in sich verschachtelt. Dabei werden oft einige Elemente sowohl für den Bereich III als auch für den Bereich IV/V ausgenutzt; das ist möglich durch Einfügung von Sperrkreisen in die betreffenden Elemente (in Form einer „Locke" des Elementenstabes).

Zusätzlich zur schon vorhandenen ineinander geschachtelten Kombinationsantenne „FK 3/8 B 345" mit insgesamt 10 Elementen liefert *Bosch Elektronik* jetzt auch die Kombinationsantenne „FK 3/14 B 345". 3 Elemente dieser Antenne sind im Bereich III wirksam (Gewinn 3,6...4 dB, Vor-Rückverhältnis 20 dB) und 14 Elemente in den Bereichen IV/V (Gewinn 6,1...11,3 dB, Vor-Rückverhältnis 21...26 dB).

Kathrein hatte bisher für den Empfang von Sendern, die aus etwa gleichen Richtung einfallen, die Kombinationsantenne „Combina 19" (Typ „4535") mit 19 Elementen im Fertigungsprogramm. Im Bereich III bringt sie mit 3 wirksamen Elementen einen Gewinn von 2...4 dB und in den Bereichen IV/V mit 17 wirksamen Elementen einen Gewinn von 5,5...10,5 dB. Für einige Anwendungen (beispielsweise im Raum Frankfurt) erwies sich eine Erhöhung des Gewinns im Bereich III als notwendig. Deshalb entstand bei *Kathrein* noch die neue Kombinationsantenne „Combina 20" (Typ „4536") mit 20 Elementen, wobei jetzt 6 im Bereich III und 17 in den Bereichen IV/V wirksam sind. Der Gewinn im Bereich III konnte damit auf 6 dB erhöht werden, während der Gewinn in den Bereichen IV/V mit 6...10 dB in der Größenordnung wie bei der „Combina 19" blieb.

Reflektorantennen

Siemens bietet mit der neuen „SMA 1415" jetzt auch eine Corner-Reflektorantenne an. Sie erfaßt die Bereiche IV/V (Kanäle 21...60) und hat einen Gewinn zwischen 10 und 12 dB sowie ein Vor-Rückverhältnis zwischen 20 und 28 dB. Ihre horizontalen und vertikalen Öffnungswinkel sind 40°. Der aus 13 Stäben bestehende Reflektor ist 1,1 m hoch.

Für ihre Gitterwandantenne „UHF 401" (Bereiche IV/V, Kanäle 21...60, Gewinn 11...14 dB, Öffnungswinkel horizontal 48° und vertikal 28°) sind bei *Astro* nun eine Traverse „TR 45" und eine Koppelleitung „KO 42" erhältlich, die den leichten Aufbau einer Zwillingsantenne erlauben.

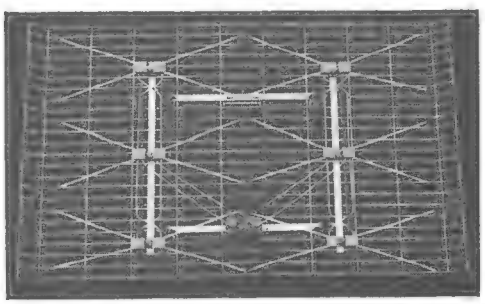
Der Gewinn erhöht sich dabei um etwa 1,5...2,5 dB, während sich erwartungsgemäß der horizontale Öffnungswinkel auf 25...35° verbessert.

UHF-Corner-Reflektorantenne „SMA 1415" von *Siemens*

Neben den schon länger bekannten UHF-Gitterantennen „UHF 101", „UHF 201" und „UHF 401" enthält die *Astro*-Liste nun auch eine noch preisgünstigere Serie mit den Antennen „FL 02" (2 Ganzwellenstrahler, Gewinn 8...11 dB, Vor-Rückverhältnis 22...25 dB), „FL 03" (3 Ganzwellenstrahler, Gewinn 9...12 dB, Vor-Rückverhältnis 23...25 dB) und „FL 04" (4 Ganzwellenstrahler, Gewinn 9...13 dB, Vor-Rückverhältnis 25...27 dB). Alle Antennen erfassen die Bereiche IV/V.

Die Gitterwandantennen von *Stolle* wurden um eine besonders stabile Ausführung mit doppeltverzinktem Flächenreflektor ergänzt. Diese neue Antenne „FA Sp 4/45-2 K 21-60 E" für die Bereiche IV/V hat einen Gewinn von 12 dB und ein Vor-Rückverhältnis von 25 dB.

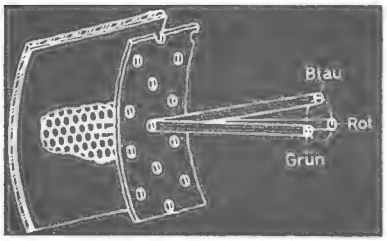
Ebenfalls mit einer Bandbreite über alle Kanäle der Bereiche IV/V entstand zusätzlich bei *Stolle* eine neue Flächenantennen-Serie „Multicolor". Der horizontale Öffnungswinkel liegt bei den drei Typen der



UHF-Breitbandantenne „FA 32/45" der „Multicolor"-Serie von Stolle

neuen Serie je nach Frequenz bei 20...36°, das Vor-Rückverhältnis bei 24...27 dB. Die kleinste dieser Antennen, der Typ „FA 12/45 mit zwei V-Dipolen, hat einen Gewinn von 8,5...11 dB und einen vertikalen Öffnungswinkel von 78...64°. Die mittlere Antenne „FA 32/45" (3 × 2 V-Dipole) hat einen Gewinn von 11,5...14 dB und einen vertikalen Öffnungswinkel von 42...36°. Für die größte Antenne „FA 62/45" (6 × 2 V-Dipole) liegt der Gewinn zwischen 13,5 und 16,5 dB, der vertikale Öffnungswinkel zwischen 22 und 18°.

A. Jänicke



Einführung in die Farbfernsehtechnik*)

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 21 (1965) Nr.10, S. F 12

2.2.2.2. Probleme der Farbdeckung

Damit auf dem Empfängerbildschirm ein farbsaumfreies, scharfes Farbbild entsteht, müssen die von der Szene abgeleiteten Ladungsbilder in den drei Aufnahmeröhren deckungsgleich abgetastet werden. Diese Forderung der Rasterdeckung stellt eines der am schwierigsten zu lösenden Probleme dar.

Zur Vermeidung von Deckungsfehlern in der Kamera müssen folgende Forderungen erfüllt sein:

1. die Ladungsbilder der Aufnahmeröhren müssen gleiche Größe und Geometrie aufweisen,
2. die Abtastraster innerhalb der Aufnahmeröhren müssen identisch sein.

Die Erfüllung dieser Forderungen setzt höchste Präzision im optischen und elektronenoptischen Teil der Kamera voraus. Die Übereinstimmung der drei Abtastraster läßt sich am leichtesten erreichen, wenn man die Ablenkeinheiten parallel aus gemeinsamen Ablenkgeneratoren speist.

Zur mechanischen Ausrichtung der Kameraröhren sind insgesamt 3 × 7 Justierschrauben erforderlich, wenn man alle Freiheitsgrade und die Bilddrehung erfassen will. Die Feinjustierung erfolgt durch Beeinflussung der Ablenkströme. In gleicher Weise können auch Fehler kompensiert werden, die durch nicht genau senkrecht zueinander stehende Ablenkfelder entstehen. An alle diese Schaltungen müssen höchste Anforderungen bezüglich Temperatur- und Langzeitstabilität gestellt werden.

Im Bild 28 sind die verschiedenen Arten der Farbdeckungsfehler bei der Übertragung des zur Deckungseinstellung besonders geeigneten Gittertestbildes für zwei Aufnahmeröhren in übertriebener Form dargestellt. Die Ursachen sind hierbei:

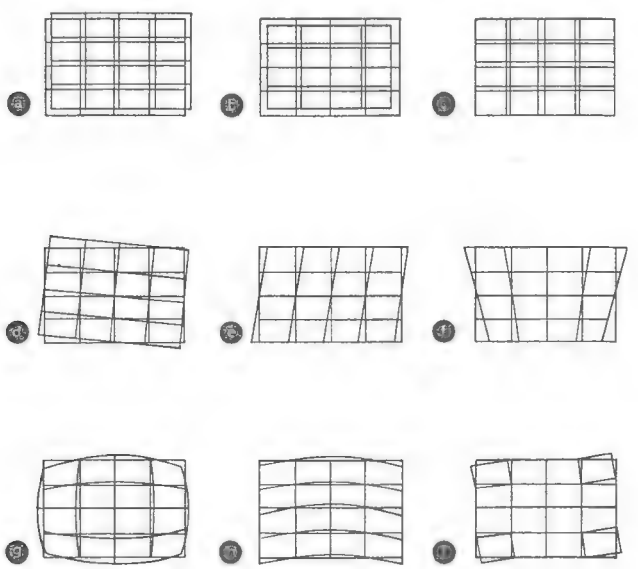


Bild 28. Einige Deckungsfehler, übertrieben dargestellt an zwei Gittermustern; a) Zentrierfehler, b) Fehler in den Rastergrößen, c) Ablenknichtlinearität, d) gegenseitige Verdrehung der Abtastraster, e) Rhombusverzeichnung, f) Trapezverzeichnung, g) Tonnenverzeichnung, h) Einfluß äußerer Magnetfelder, i) S-Verzeichnung

a) Zentrierfehler (die Achsen der Aufnahmeröhren stimmen nicht mit den jeweiligen optischen Achsen überein),
b) Fehler in den Rastergrößen,
c) Ablenknichtlinearität,
d) gegenseitige Verdrehung der Abtastraster,
e) Rhombusverzeichnung (Ablenkfelder stehen nicht senkrecht aufeinander),
f) Trapezverzeichnung (Inhomogenitäten der Ablenkfelder),
g) Tonnenverzeichnung (Randfehler der Ablenkspulen),
h) Einfluß äußerer Magnetfelder (zum Beispiel Erdfeld),
i) S-Verzeichnung.

2.2.2.3. Wahl der Kameraröhren

Für den Bau von Farbfernsehkameras können grundsätzlich Super-Orthikon-, Vidikon- und Plumbikon-Röhren verwendet werden (Bild 29). Dabei sind verschiedene Vor- und Nachteile gegeneinander abzuwägen, zum Beispiel Lichtstrombedarf, spektraler Empfindlichkeitsverlauf, Störabstand, Auflösung, Kennlinieneigenschaften, Störsignalverhalten; in besonderem Maße aber auch Größe, einfacher mechanischer Aufbau und betriebliche Stabilität.

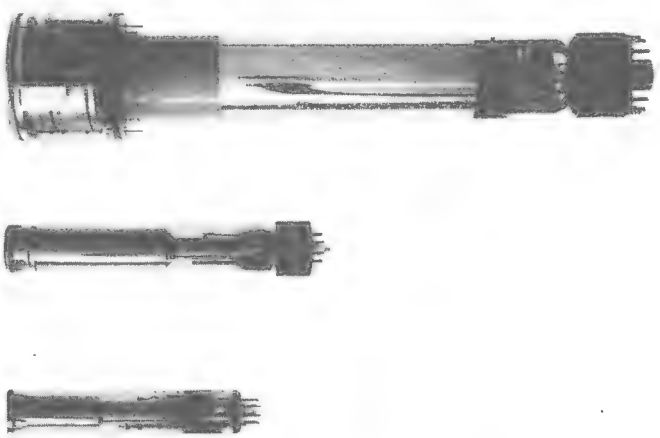


Bild 29. In Farbkameras verwendete Kameraröhren; oben: Super-Orthikon, Mitte: Plumbikon, unten: Vidikon

Vidikon-Röhren können wegen des Nachzieheffektes bei bewegten Bildern nur in wenigen Anwendungsfällen eingesetzt werden, beispielweise in industriellen Fernsehanlagen. Vom einfachen Aufbau und den geringen Abmessungen her gesehen, ist das Vidikon zweifellos sehr gut für Farbkameras geeignet. In Verbindung mit einem modernen Prismenfarbteiler lassen sich handliche Kameras mit verhältnismäßig kleinem Aufwand herstellen. Sobald jedoch höhere Anforderungen hinsichtlich Nachziehens und Empfindlichkeit gestellt werden, muß man andere Kameraröhren verwenden.

In Farbkameras höchster Qualität hatte zunächst nur das Super-Orthikon Verwendung gefunden. Trotz der nicht gerade einfachen Bedienung bietet sich diese Röhre vor allem wegen ihrer hohen Empfindlichkeit an. Außerdem besteht wegen der Vielzahl der angebotenen Ausführungsarten die Möglichkeit, eine optimale Auswahl entsprechend dem jeweils vorliegenden Anwendungszweck vorzunehmen. So kann man für die einzelnen Farbkanäle Super-Orthikons unterschiedlicher Speicherkapazität und verschiedener spektraler Empfindlichkeit einsetzen. Je nach dem betrieblichen Einsatz ist auch eine Auswahl aller Röhren nach geringerer oder größerer Empfindlichkeit möglich. Zum Beispiel wird man im Farbstudio bei günstigen Lichtverhältnissen Röhren mit gutem Störabstand und etwas geringerer Empfindlichkeit einsetzen, während man bei Außenaufnahmen Röhren mit höherer Empfindlichkeit verwenden und dafür auch Verschlechterungen des Störabstandes in Kauf nehmen wird. Dies entspricht etwa den Gegebenheiten bei der Fotografie. Schichten mit hoher Empfindlichkeit haben gröberes Korn als unempfindliche Schichten. Das Super-Orthikon erfordert allerdings unverhältnismäßig große und schwere Kameraausführungen mit hohem schaltungstechnischen Aufwand. Auch eine Transistorisierung bringt bezüglich Größe und Gewicht keine wesentlichen Einsparungen.

Das Plumbikon – eine moderne Kameraröhre vom Vidikontyp – vereinigt einfachen Aufbau mit geringem Nachziehen und ver-

*) Die Autoren sind Angehörige des Instituts für Rundfunktechnik München (Direktor: Prof. Dr. Richard Theile); Koordination der Beitragsreihe: Dipl.-Ing. H. Fix

hältnismäßig hoher Empfindlichkeit bei gutem Störabstand. Außerdem ergeben die sehr kleinen Störsignale, die lineare Lichtstrom-Signalstrom-Kennlinie und die geringe Beeinflussung durch Temperaturänderungen weitere Vorteile für den Aufbau einer Farbfernsehkamera. Nachteilig sind noch die geringe Empfindlichkeit im langwelligen Rotbereich und gewisse Aufquelleffekte bei starker Überbelichtung; Ansätze zur Verbesserung dieser Eigenschaften sind allerdings bereits vorhanden. Plumbikon-Farbkameras stellen zur Zeit wohl die günstigste Lösung dar.

2.2.2.4. Gradationskorrektur

Die Vorentzerrung der Empfängerkennlinie (Gradationskorrektur; s. Abschnitt 2.1.3.) kann nicht ohne Berücksichtigung der Kennlinien der verwendeten Kameraröhren erfolgen. Bei Vidikon-Farbkameras ist praktisch keine Gradationskorrektur nötig, weil die Lichtstrom-Signalstrom-Kennlinie dieser Röhren nahezu einen komplementären Verlauf zur Empfängerkennlinie aufweist.

Beim Super-Orthikon ist die Kennlinie zu Beginn linear und mit wachsender Aussteuerung immer stärker gekrümmt. Außerdem ergeben sich noch Unterschiede durch die Streuelektronen-Rückverteilung, die je nach gewähltem Röhrentyp (Speicherkapazität) mehr oder weniger stark vorhanden ist. Die Gradationskorrektur muß daher den gewählten Betriebsbedingungen angepaßt werden. Zum Beispiel wird bei kleiner Aussteuerung eine stärker gekrümmte Korrektur benötigt als bei größerem Lichtstrom. Plumbikon-Röhren mit ihrer konstanten linearen Kennlinie benötigen eine Gradationskorrektur, die noch etwas stärker gekrümmt ist als beim Super-Orthikon.

2.2.2.5. Störsignalkompensation

Kameraröhren sind im allgemeinen nicht frei von sogenannten Störsignalen. Sie treten vor allem infolge von Ungleichmäßigkeiten in den Photo- und Speicherschichten sowie bei der Signalauswertung durch den Abtaststrahl auf und äußern sich je nach Entstehungsart mehr in den hellen Bildteilen oder im schwarzen Bildhintergrund. Beim Schwarz-Weiß-Fernsehen werden diese Störsignale nur bei der Übertragung größerer gleichmäßiger Flächen (besonders bei Kameraschwenks) vom Auge bewertet.

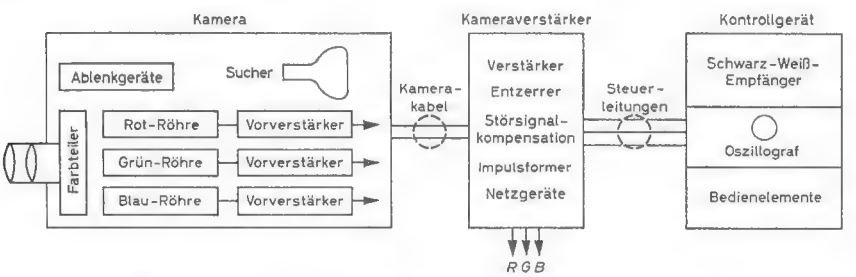


Bild 30. Geräteaufteilung einer Farbfernseh-Kameraanlage

Beim Farbfernsehen wirken sich dagegen unterschiedliche Störsignale der einzelnen Kameraröhren als partielle Farbveränderungen aus. Durch sägezahn- und parabelförmige Kompensationsspannungen, die additiv oder multiplikativ die einzelnen Farbwertsignale beeinflussen, können derartige Störsignale jedoch ausgeglichen werden. Auch hier gilt die Forderung nach hoher betrieblicher Stabilität, und diejenige Röhrenart, die minimale Störsignale aufweist, ist grundsätzlich im Vorteil (Plumbikon).

2.2.2.6. Aperturkorrektur

Infolge optischer und elektronenoptischer Einflüsse und wegen der endlichen Ausdehnung des Abtaststrahls entstehen bei der Signalableitung unvermeidbare Verluste bei der Aufnahme kleiner Details und scharfer Kanten. Mit Hilfe der Aperturkorrektur (Cosinus- oder Differenzierentzerrer) lassen sich diese Verluste teilweise, allerdings meistens auf Kosten des Störabstandes, kompensieren. Dabei werden die hohen Frequenzen ohne Beeinflussung der Phase angehoben. Die Entzerrung erfolgt entweder in jedem Kanal getrennt oder nur für das Leuchtdichtesignal im Farbcoder.

2.2.3. Praktische Ausführungen der Farbkameraanlagen

Bei der Realisierung von Farbkameraanlagen ist eine gerätemäßige Aufteilung der verschiedenen Baugruppen erforderlich. Ein Beispiel dafür zeigt Bild 30. In der Farbkamera selbst werden nur die unbedingt erforderlichen Bausteine wie Objektive, Farbteiler, Kameraröhren, Vorverstärker, Ablenkgeräte und elektronischer Sucher (mit Schwarz-Weiß-Bildröhre) untergebracht.

Ein Kamerakabel dient zur Weiterleitung der Signale zum sogenannten Kameraverstärker. Dieser enthält alle Geräte, die fernbedient werden können und weder in der eigentlichen Kamera noch im Kontrollzentrum Platz finden. Dazu gehören Verstärker, Gradations- und Aperturentzerrer, Generatoren für die Störsignalkompensation, Impulsformer und Netzgeräte.

Das Kontrollgerät wird an einem zentralen Platz, nach Möglichkeit gemeinsam für mehrere Kameraanlagen, aufgebaut. Es enthält die Einstell- und Bedienelemente sowie einen Schwarz-Weiß-Empfänger und einen Kontroll-Oszillografen.

Die *R-G-B*-Ausgangssignale werden zum Coder weitergeleitet, der normalerweise jedem Bildgeber beigeordnet ist. Der Coder wird in einem späteren Abschnitt gesondert behandelt.

2.2.3.1. Drei-Röhren-Super-Orthikon-Kamera

Die Bilder 31, 32 und 33 zeigen Ausführungsformen von Drei-Röhren-Kameras, die 3"-Super-Orthikons als Aufnahmeröhren verwenden. Die „TK 41 c" der *RCA* (Bild 31) ist in ihrer Grundkonstruktion etwa 10 Jahre alt und stellt die bisher meisteingesetzte Farbkamera dar. Mit derartigen Kameras benötigt man im Studio eine Beleuchtungsstärke von normalerweise 1500 Lux bei Blende 5,6. Durch den Einsatz von speziellen Röhren kann der Lichtbedarf jedoch heute schon spürbar gesenkt werden, ohne daß sich der Störabstand verschlechtert. Zum Beispiel erfordert eine Neukonstruktion der *Fernseh-GmbH* (Bild 32) bei Blende 5,6 nur noch eine Beleuchtungsstärke von 500...1000 Lux. Obwohl diese Kamera transistorisiert ist, konnte das Gewicht nicht unter 95 kg gesenkt werden. Konstruktiv ist an der Kamera die kompakte Bauweise hervorzuheben, die durch den Einbau eines Varioobjektivs in die Kamera und die kurze Baulänge des Farbteilers

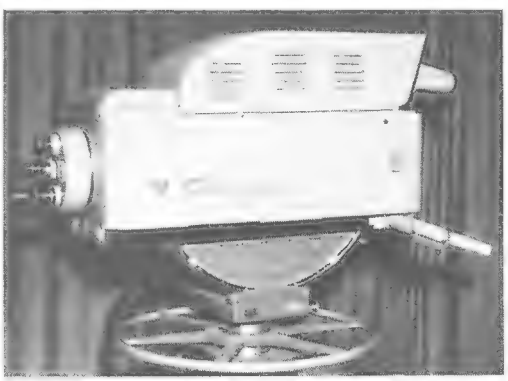


Bild 31. Drei-Röhren-Super-Orthikon-Farbkamera „TK41c" der *RCA* ▶

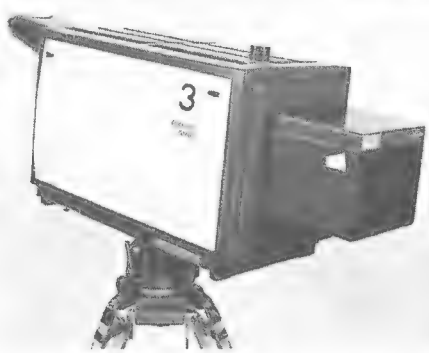


Bild 32. Drei-Röhren-Super-Orthikon-Farbkamera der *Fernseh-GmbH* ▶

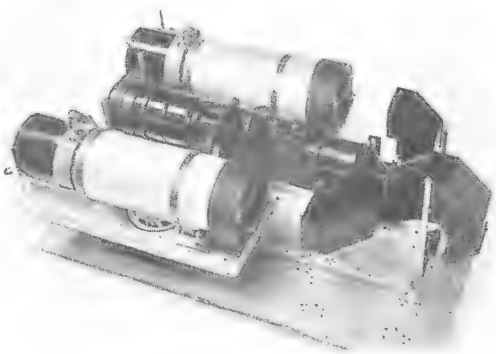


Bild 33. Anordnung von Varioptik, Farbteiler und Kameraröhren in der Drei-Röhren-Super-Orthikon-Farbkamera der *Fernseh-GmbH* ▶

erreicht wird (Bild 33). Der Strahlengang ist hierbei so gewählt, daß die drei Röhren in umgekehrter Lage gegenüber der Kamerafront und unter dem Variobjektiv angeordnet werden können.

2.2.3.2. Drei-Röhren-Plumbikon-Kamera

Die Plumbikon-Farbkamera „EL 8521" von *Philips* ist im Bild 34 dargestellt. Das darin verwendete Farbteilungssystem wurde schon im Bild 25 erläutert. Trotz der durch die Farbteilerkonstruktion bedingten starken Auffächerung der drei Kameraröhren ist die Kamera verhältnismäßig klein und wiegt komplett mit vorgesetztem Variobjektiv und dessen Servosteuerung nur rund 75 kg (ohne diese Teile nur 42 kg). Vorteilhaft an dieser Konstruktion ist, daß auch andere Objektive für besondere Einsätze leicht an der Kamera angebracht werden können.

Die günstigen Eigenschaften der Plumbikon-Röhren ergeben eine hohe Empfindlichkeit der Farbkamera. Selbst mit 250 Lux lassen sich noch akzeptable Aufnahmen machen. Ein sinnvoller Betriebswert ist aber auch hier 500...1000 Lux bei Blende 2,8, wobei die Tiefenschärfe ebenso groß ist wie bei den Super-Orthikon-Kameras mit Blende 5,6. Der Störabstand ist im kompatiblen Schwarz-Weiß-Bild etwas besser als beim Super-Orthikon, wenn man etwa gleichen Störabstand im Farbbild als Vergleichsbasis nimmt. Infolge des einfachen Aufbaues der Plumbikon-Röhren und ihrer Stabilität enthält die Kameraanlage weniger Justiereinrichtungen. Außerdem kann wegen der sehr kleinen Störsignale des Plumbikons die Störsignalkompensation entfallen. Bei Änderungen der Lichtverhältnisse (zum Beispiel der Farbtemperatur) läßt sich leichter ein Farbabgleich erreichen, weil die lineare Kennlinie des Plumbikons eine unterschiedliche Aussteuerung der drei Kanäle erlaubt. Daher ist eine Plumbikon-Kameraanlage grundsätzlich einfacher einzustellen und zu bedienen.

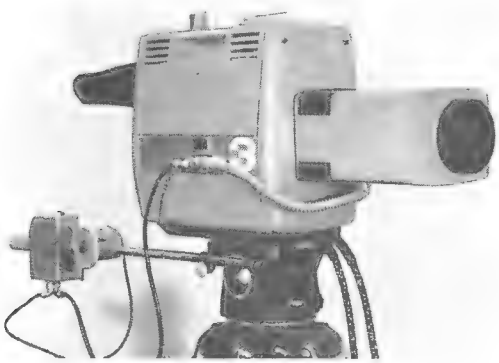
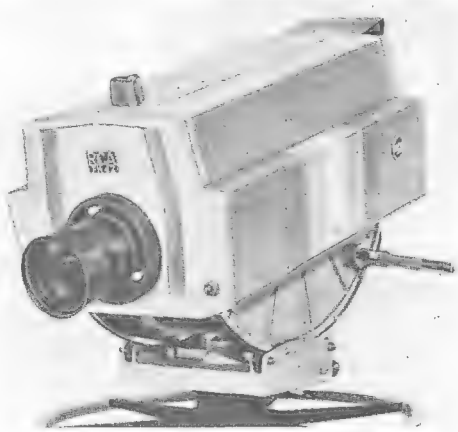


Bild 34. Drei-Röhren-Plumbikon-Farbkamera von *Philips* ◀

Bild 35. Vier-Röhren-Farbkamera „TK 42" der *RCA* ▶



2.2.3.3. Vier-Röhren-Farbkamera

Der Forderung nach einem kompatiblen Schwarz-Weiß-Bild, dessen Qualität nicht merkbar schlechter als bei üblichen Schwarz-Weiß-Kameras sein soll, steht bei der Dreiröhren-Kamera das Deckungsproblem entgegen. Der Gedanke, für das Leuchtdichtesignal eine eigene Kameraröhre höchster Qualität (4¼"-Super-Orthikon) einzusetzen und die Farbsignale aus drei getrennten Röhren abzuleiten, an die geringere Anforderungen bezüglich Deckung und Schärfe gestellt werden können, ist in der Vier-Röhren-Kamera „TK 42" der *RCA* verwirklicht (Bild 35). Der Vorteil für das Schwarz-Weiß-Bild wird allerdings durch einige Nachteile erkauft: Die Farbteileranordnung wird noch komplizierter, der Lichtbedarf nicht kleiner, und die Probleme der Kennlinienanpassung und der Farbmetrik werden größer. Konstruktiv ist auch hier die Varioptik in die Kamera mit einbezogen und der Strahlengang über Spiegel umgekehrt (Bild 36). Die Super-Orthikon-Röhre erhält ihr Licht direkt ohne Zwischenabbildung, während die drei Vidikons über eine Feldlinse, den Farbteiler und drei Relaisobjektive belichtet werden. In dieser Kamera wurden umfangreiche Maßnahmen getroffen, um höchste betriebliche Stabilität zu erreichen. Die Kamera wiegt allerdings 127 kg, was recht beachtlich ist.

Eine neue Vier-Röhren-Kamera (*Marconi* „Mk VII") enthält vier Plumbikons, wobei die Röhre für das Leuchtdichtesignal durch besondere Maßnahmen eine bessere Schärfe als die Röhren in den Farbkanälen aufweist. Diese Lösung hat hinsichtlich Größe und Bedienung Vorteile gegenüber der Kamera mit gemischter Bestückung (zum Beispiel „TK 42"). Verglichen mit den Drei-Röhren-Plumbikon-Kameras, ist sie jedoch komplizierter im Aufbau und benötigt mehr Licht. Erst die betriebliche Praxis kann entscheiden, welche dieser Konzeptionen sich durchsetzen wird.

2.2.4. *Neuere Entwicklungen*

Das System mit getrennter Kameraröhre für die Ableitung des Leuchtdichtesignals, wie es in der Vier-Röhren-Kamera eingesetzt ist, wurde bei *NHK* in Japan versuchsweise in einer Zwei-Röhren-Kamera angewendet. Statt der drei Vidikons zur Erzeugung der Farbsignale wird hier mit einer 3"-Super-Orthikon-Röhre gearbeitet, vor der ein Filter mit abwechselnd roten, grünen und blauen vertikalen Farbstreifen und dazwischenliegenden schwarzen Indexstreifen angeordnet ist. Mittels Torschaltungen werden dann aus dem entstehenden Signalgemisch die aufeinanderfolgenden Farbsignale für Rot, Grün und Blau herausgetrennt und nach entsprechender Bandbegrenzung (1 MHz) dem Coder zugeführt. Ob derartige Entwicklungen schließlich zum Erfolg führen, muß abgewartet werden.

2.2.5. *Studiobeleuchtung*

Im Studio ist die Beleuchtung so einzurichten, daß folgende Forderungen erfüllt werden können:

1. höhere Beleuchtungsstärke als beim Schwarz-Weiß-Betrieb,
2. gleichmäßige Ausleuchtung der Szenen,
3. konstante Farbtemperatur.

Die erste Forderung ist durch empfindlichere neue Farbkameras schon etwas gemildert. In den USA arbeitete man bisher mit 3000 ... 4000 Lux bei Blende 8, um genügend Tiefenschärfe zu erhalten. Heute genügt dafür bereits der halbe Wert.

Die gleichmäßige Ausleuchtung der Szene soll nicht besagen, daß auf Effektlichter verzichtet werden müßte. Diese sind für die Gestaltung der Szenen durchaus angebracht. Voraussetzung dafür ist allerdings eine sorgfältige Lichtgestaltung, damit der Kontrastumfang für die Bildwinkel der einzelnen Farbkameras nicht zu unterschiedlich wird. Andernfalls würden beim Überblenden der verschiedenen Kamerasignale der Bildcharakter und teilweise auch die Farbwiedergabe zu stark verändert.

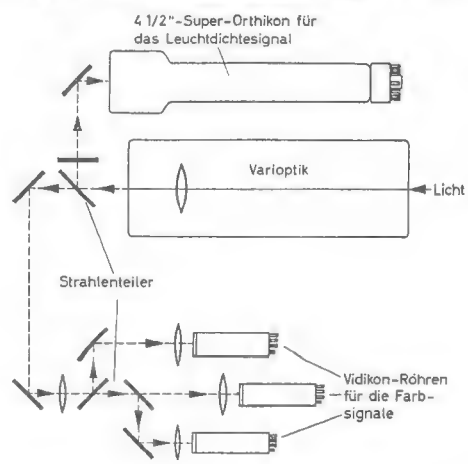


Bild 36. Strahlengang in der „TK 42" ▶

Unerwünschte Farbabweichungen können auch entstehen, wenn die einzelnen Beleuchtungskörper unterschiedliche Farbtemperaturen haben. Im Bereich von etwa 3000 °K (Glühlampen) sollten die Abweichungen nicht größer als ± 100 °K sein. Dies schränkt jedoch die Steuerung der Beleuchtungsstärke durch Änderung der Lampenspannung erheblich ein.

Neuere Entwicklungen wie Halogen-Glühlampen (Jod-Quarz) und Xenonlampen bieten hier gewisse Vorteile. Die Halogen-Glühlampen sind kleiner und ergeben einen höheren Leuchtenwirkungsgrad. Ihre Farbtemperatur (rund 3200 °K) bleibt während der Lebensdauer nahezu konstant. Xenonlampen kommen dem Tageslicht (6500 °K) sehr nahe, und ihre Lichtstärke kann ohne Änderung der Farbtemperatur in einem weiten Bereich geändert werden. Auch die Lichtausbeute ist hoch. Xenonbeleuchtungen sind aber in der Installation teurer und schwieriger zu handhaben.

Wie Farbfilme (Tageslicht- und Kunstlichtfilme) sind auch Farbfernsehkameras nur auf die Beleuchtung mit einer bestimmten Farbtemperatur angepaßt (normalerweise auf Kunstlicht von 3200 °K). Mit einem geeigneten Konversionsfilter kann die Kamera aber leicht auf Tageslicht umgestimmt werden. Dabei verliert man aber etwa eine Blendenstufe an Empfindlichkeit.

In begrenztem Umfang läßt sich auch durch Änderung der Signalverstärkungen die Umstimmung auf andere Lichtarten erreichen. Bei größeren Korrekturen ist diese Maßnahme jedoch nur dann exakt, wenn auch eine Änderung der Korrekturfilter im Farbteiler erfolgt.

2.3. Farbbildgeber für durchsichtige und undurchsichtige ebene Bildvorlagen

In diesem Abschnitt sollen die Möglichkeiten besprochen werden, mit denen man von Diapositiven, Farbfilmen oder Papierbildern Farbfernsehbilder erzeugen kann.

2.3.1. Lichtpunktabtastung von undurchsichtigen Vorlagen

Das Verfahren der Lichtpunktabtastung ist einfach und betriebssicher und bietet gerade für die Anwendung bei der Farbabtastung einige Vorteile. Es liefert hervorragende Bildqualität mit sehr guter Auflösung. Das Prinzip eines Lichtpunktabtasters wird im folgenden näher erklärt.

Auf dem Schirm der sogenannten Abtaströhre wird ein Zeilenraster im Seitenverhältnis 3 : 4 geschrieben, an das bezüglich Schärfe und Gleichmäßigkeit besonders hohe Anforderungen gestellt werden. Der Schirmphosphor muß eine sehr kurze Nachleuchtdauer aufweisen (1 ... 10 µs), weil sonst zu starke Verschleifungen von Kanten (Fahneneffekt) die Folge wären. Da das Raster dieser Röhre gleichzeitig die Lichtquelle im Abtaster darstellt, legt man natürlich besonderen Wert auf möglichst große Helligkeit des Schirms. Dieses Raster wird über eine Optik auf das transparente Farbbild (Diapositiv oder Farbfilm) projiziert. Die entsprechend dem Transparenzverlauf des Farbbildes auftretenden Lichtimpulse gelangen über einen Kondensor und einen optischen Farbteiler zu drei Photozellen mit Sekundäremissionsvervielfacher und werden dort in eine entsprechende Folge elektrischer Impulse umgewandelt, die, wenn man von einer nachfolgenden Signalformung absieht, bereits die drei Videosignale für Rot, Grün und Blau darstellen.

2.3.1.1. Farbdiaabtaster

Das einfachste Anwendungsbeispiel für die Lichtpunktabtastung ist der Diaabtaster, also die Abtastung eines sillstehenden Bildes. Bild 37 zeigt schematisch den Aufbau des Abtasters. Man erkennt die bereits erwähnten Elemente der Lichtpunktabtastung,

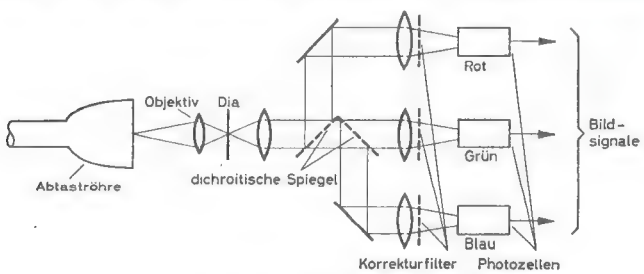


Bild 37. Farbfernsehübertragung von Diapositiven mit Lichtpunktabtastung

die Abtaströhre, die Optik, das Dia, den Farbteiler mit Zusatzfiltern sowie die Photozellen. Die Diaaufbewahrung ist oft als Karussell ausgebildet, so daß sich durch Knopfdruck bestimmte Dias leicht wählen lassen. Die Ansicht eines heute erhältlichen Farbdiaabtasters der *Fernseh-GmbH* zeigt Bild 38.

2.3.1.1.1. Farbteilung

Der optische Farbteiler hat die Aufgabe, das anfallende Licht in Spektralbereiche entsprechend den Grundfarben Rot, Grün und Blau aufzuspalten. Normalerweise werden hierfür sogenannte farbselektive (dichroitische) Spiegel verwendet, deren prinzipielle

Bild 38. Diapositiv-Farbabtaster der *Fernseh-GmbH*

Wirkungsweise bereits beschrieben wurde. Hierbei handelt es sich um halbdurchlässige Spiegel, die einen bestimmten Teil des sichtbaren Spektrums reflektieren, den übrigen Teil jedoch durchlassen. Ihre Wirkungsweise läßt sich durch Interferenzerscheinungen an dünnen Schichten erklären, die auf Glas aufgedampft werden und bei geeigneter Wahl der Dicke und der Brechungsindices den gewünschten Effekt ergeben.

Nachdem das Licht das Diapositiv durchlaufen hat, trifft es auf den ersten dichroitischen Spiegel, der unter 45° zur optischen Achse steht und die Eigenschaft hat, den roten Bereich des Spektrums zu reflektieren. Der grüne und blaue Bereich werden durchgelassen und treffen auf einen zweiten dichroitischen Spiegel, der ebenfalls unter 45° zur optischen Achse steht und den blauen Bereich reflektiert, während er den Grünanteil passieren läßt (Bild 39). Auf diese Weise wurde also das homogene Spektrum in drei Teilbereiche zerlegt, die den entsprechenden Photozellen zugeführt werden. Vor den Photozellen ist jeweils ein Korrekturfilter angeordnet, auf das noch näher eingegangen wird.

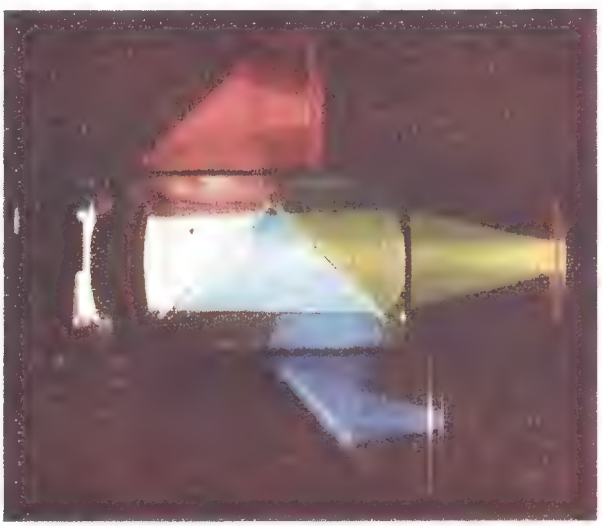


Bild 39. Wirkungsweise des optischen Farbteilers

Die verwendeten dichroitischen Spiegel haben die nachteilige Eigenschaft, daß die spektrale Lage der Durchlaßflanke vom Einfallswinkel des auftreffenden Lichts abhängt. Bei der Auslegung des Farbteilers muß man deshalb darauf achten, daß die Winkelabweichungen des auf die dichroitischen Spiegel auftreffenden Lichtes klein bleiben.

Das optische Relaissystem ist so ausgelegt, daß auf den Katoden der Photozellen die Blendenöffnung des Objektivs abgebildet wird. Dies hat den Vorteil, daß unabhängig von der Lage des Lichtpunktes auf dem Schirm der Abtaströhre immer die gleiche Fläche der Photokatode beleuchtet wird und dadurch Ungleichmäßigkeiten in der Empfindlichkeit der Photoschicht unwirksam werden. Bei der Betrachtung des Wirkungsgrades eines derartigen Farbteilers zeigt sich, daß auf Grund der Verluste der dichroitischen Spiegel sowie der Korrekturfilter am Ausgang jedes Kanals etwa 15 ... 20 % des einfallenden Lichtstroms, insgesamt also 45 ... 60 %, übrigbleiben. (Fortsetzung folgt)

H. RINDERLE u. W. JAHN, Telefunken AG, Heilbronn

AM/FM-ZF-Verstärker und regelbare AM-Mischstufe mit Siliziumtransistoren

1. Allgemeines

Mit der Transistorisierung von Rundfunk-Heimempfängern treten besonders die Probleme der Großsignaleigenschaften in den Vordergrund, da solche Empfänger oft an Hochantennen oder an Gemeinschafts-Antennenanlagen betrieben werden. Die dabei meist auftretenden größeren Antennenspannungen, insbesondere für den MW-Bereich, zwingen deshalb zu besonderen Schaltungsmaßnahmen, um eine Übersteuerung des Empfängers und störende Kreuzmodulation zu vermeiden. Dieses Problem konnte durch die Anwendung einer regelbaren Mischstufe mit Stromverteilungssteuerung[1]) gelöst werden. Um den gegenwärtigen Entwicklungstendenzen Rechnung zu tragen, wurde der Verstärker mit Siliziumtransistoren BF 115 ausgelegt.

2. Blockschaltung und Pegeldiagramm

Die Blockschaltung des im folgenden beschriebenen AM/FM-ZF-Verstärkers mit regelbarer AM-Mischstufe zeigt Bild 1.

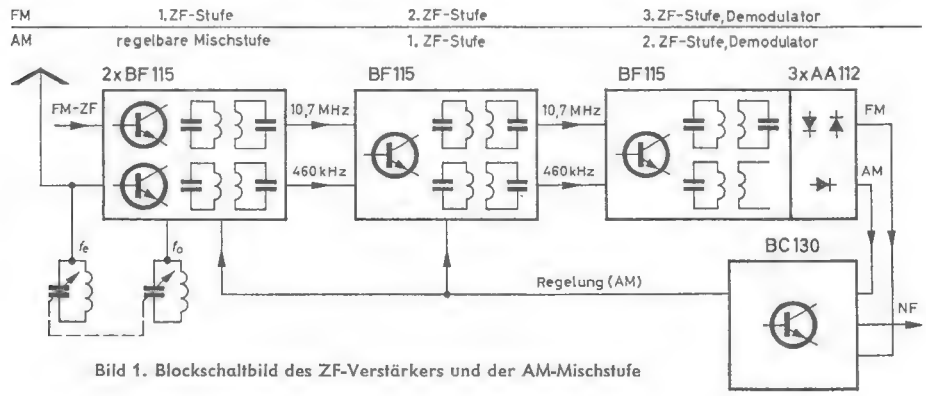


Bild 1. Blockschaltbild des ZF-Verstärkers und der AM-Mischstufe

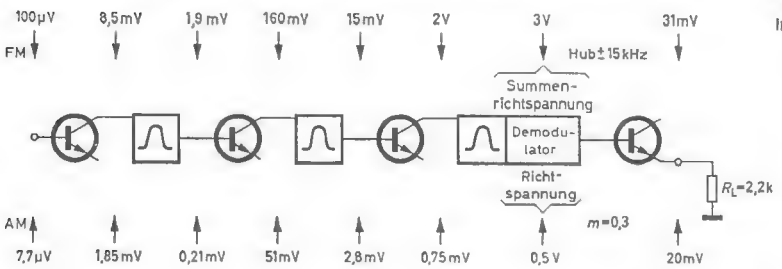


Bild 2. Pegeldiagramm für AM- und FM-Betrieb

Daraus sind für den jeweiligen Betriebszustand (AM beziehungsweise FM) die Funktionen der einzelnen Stufen, die Anzahl der verwendeten Selektionskreise, die Regelung und die Halbleiterbestückung zu entnehmen.

Das Pegeldiagramm bei AM- beziehungsweise FM-Betrieb ist im Bild 2 dargestellt.

3. Daten des AM/FM-ZF-Verstärkers mit regelbarer AM-Mischstufe

Nominelle Betriebsspannung: $U_B = 9$ V,

AM-Empfangsbereiche: Langwelle und Mittelwelle,

Zwischenfrequenzen:
für AM: $f_Z = 0{,}46$ MHz,
für FM: $f_Z = 10{,}7$ MHz.

3.1. AM-Betrieb

Einen Überblick über Empfindlichkeit, Signal-Rausch-Verhältnis, Regelverhalten und Aussteuerbarkeit sowie Klirrfaktorverlauf gibt Bild 3. Das Verhalten der regelbaren Mischstufe läßt sich aus dem eingetragenen Verlauf der ZF-Spannung an der Basis des ersten ZF-Transistors in Abhängigkeit von der Eingangsspannung erkennen. Bild 2 sind die Spannungspegel der einzelnen Stufen zu entnehmen. Die folgenden Werte wurden gemessen mit einer Eingangsfrequenz von $f_e = 1$ MHz und einem Quellwiderstand der Eingangsschaltung (wirksam für den Eingangstransistor $T\,1$) $R_Q = 320$ Ohm:

Eingangsnutzspannung (Urspannung) für 26 dB Signal-Rausch-Verhältnis ($m = 0{,}3$ mit 1 kHz)	$E_e = 14\ \mu$V
NF-Ausgangsspannung bei $E_e = 14\ \mu$V (gemessen am Ausgang des Impedanzwandlers mit $R_L = 2{,}2$ kOhm)	$U_{NF} = 26$ mV
NF-Ausgangsspannung bei $E_e = 100$ mV	$U_{NF} = 60$ mV
Bandbreite, gemessen mit der Modulationsfrequenz (3 dB Abfall der NF-Ausgangsspannung)	$B = \pm 2{,}7$ kHz
Eingangsnutzspannung (Urspannung) für 10 % Klirrfaktor ($m_N = 0{,}7$)	$E_e = 300$ mV
Störspannung an der Basis ($T\,1$) für 1 % Kreuzmodulation (Störfrequenz $f_S = 1{,}1$ MHz, Störmodulation $m_S = 1{,}0$ mit 1 kHz)	$U_S = 13$ mV
Stromaufnahme (ungeregelt)	etwa 9,5 mA

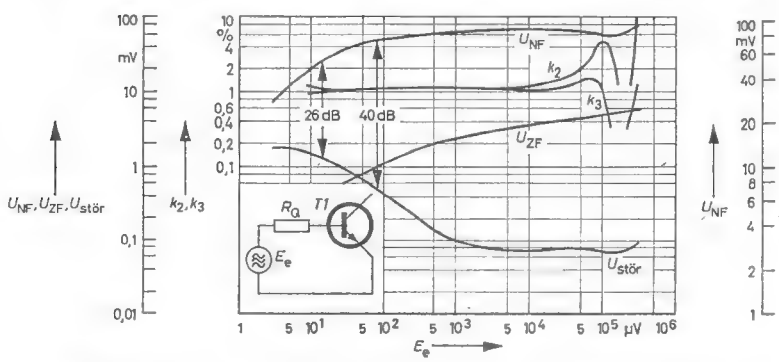


Bild 3. Meßkurven des AM-Teils; E_e Eingangsspannung an der Basis von $T\,1$ bei 1 MHz und 320 Ohm Quellwiderstand, U_{NF} NF-Spannung an 2,2 kOhm bei 1 kHz und $m = 0{,}3$, $U_{stör}$ NF-Störspannung (Rauschen) an 2,2 kOhm, U_{ZF} ZF-Spannung an der Basis von $T\,2$, k_2 und k_3 Klirrfaktoren bei 1 kHz und $m = 0{,}7$

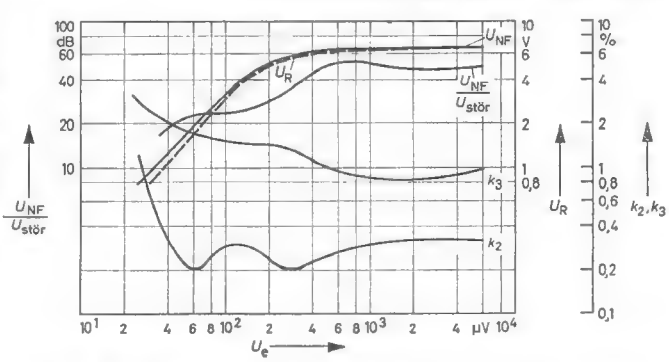


Bild 4. Meßkurven des FM-Teils; U_e ZF-Spannung an der Basis von $T\,1$, U_R Summenrichtspannung, U_{NF} NF-Spannung an 2,2 kOhm bei 1 kHz und 15 kHz Hub, $U_{NF}/U_{stör}$ AM-Störunterdrückung (FM: 120 Hz und 18 kHz Hub; AM: 1 kHz, $m = 0{,}3$), k_2 und k_3 Klirrfaktoren bei 120 Hz und 75 kHz Hub

3.2. FM-Betrieb

Im Bild 4 sind der Verlauf der Summenrichtspannung des FM-Demodulators, der NF-Ausgangsspannung am Ausgang des Impedanzwandlers, der AM-Störunterdrückungsgrad und der Klirrfaktorverlauf in Abhängigkeit von der Eingangsspannung an der Basis von $T\,1$ eingetragen. Beim FM-Betrieb ergeben sich folgende Meßwerte:

Eingangsnutzspannung für beginnende Begrenzung (3 dB unter maximaler Summenrichtspannung)	$U_e = 160\ \mu$V
Maximal auftretende Summenrichtspannung	$U_R = 6{,}6$ V

[1]) Rinderle, H., u. Kretschmar, H.: Mittelwellen-Transistormischstufe mit Stromverteilungsregelung. Funk-Techn. Bd. 21 (1966) Nr. 8, S. 279–280

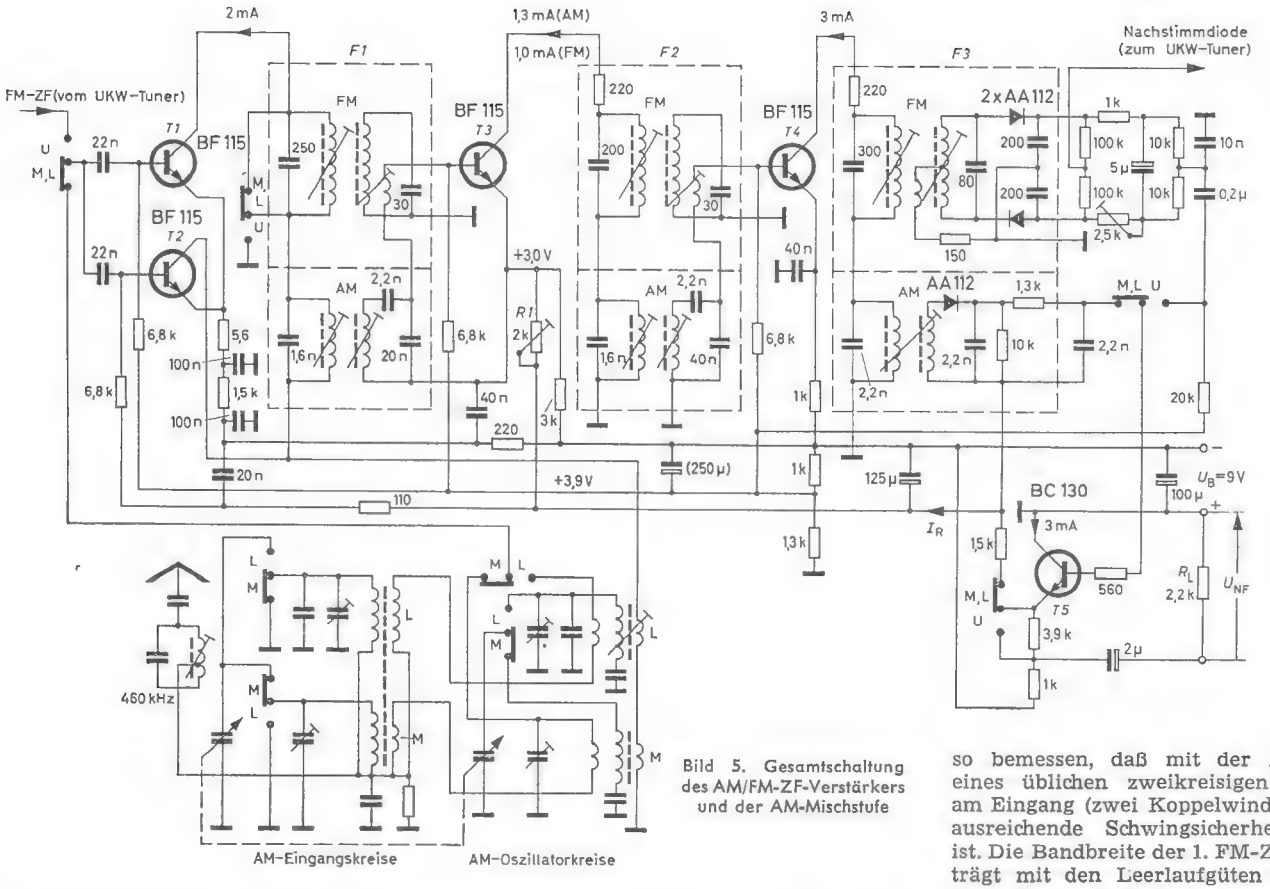


Bild 5. Gesamtschaltung des AM/FM-ZF-Verstärkers und der AM-Mischstufe

NF-Ausgangsspannung bei $U_\Theta = 160\ \mu V$ (15 kHz Hub mit 1 kHz, NF-Lastwiderstand $R_L = 2{,}2$ kOhm)	$U_{NF} = 47$ mV
NF-Ausgangsspannung bei voller Begrenzung	$U_{NF} = 66$ mV
Bandbreite (3 dB Abfall der Summenrichtspannung)	$B = 195$ kHz
Stromaufnahme	etwa 12,5 mA

4. Wirkungsweise der einzelnen Stufen

4.1. AM-Mischstufe, erste FM-ZF-Stufe

4.1.1. AM-Betrieb

Bild 5 zeigt die Gesamtschaltung des AM/FM-ZF-Verstärkers und der Mischstufe. Bei Schalterstellung „AM" arbeitet die Stufe mit den Transistoren *T 1* und *T 2* als selbstschwingende regelbare Mischstufe für den Lang- und Mittelwellenbereich. *T 2* dient als Regelhilfstransistor. Die Wirkungsweise und die Eigenschaften dieser Mischstufe sind schon früher in der FUNK-TECHNIK beschrieben worden[1]). Im ungeregelten Zustand ist *T 2* gesperrt. *T 1* arbeitet als selbstschwingender Mischer. Die Oszillatorschwingung wird im Gegensatz zu den üblichen Schaltungen vom Transistor in Emitterschaltung erzeugt, wodurch eine größere Stabilität der Oszillatorfrequenz bei Regelung erreicht wird. Die Rückkopplungsspule (Basisseite) des Oszillatorkreises ist deshalb mit der Eingangskreisankopplung in Reihe geschaltet.

Zur Abwärtsregelung der Mischverstärkung wird der Basis des Transistors *T 2* eine in positiver Richtung (*npn*-Transistor) ansteigende Regelspannung zugeführt. Infolge der gleichstrommäßig zusammengeschalteten Emitteranschlüsse von *T 1* und *T 2* wird beim „Aufsteuern" des Transistors *T 2* der Emitterstrom des eigentlichen Mischtransistors *T 1* und damit auch die Mischverstärkung abnehmen. Die Summe beider Emitterströme bleibt beim Regeln nahezu konstant; die Verteilung der Emitterströme ändert sich jedoch stark mit der Regelspannung. Die Erzeugung der Oszillatorschwingung wird bei Abwärtsregelung des Stromes in *T 1* von *T 2* übernommen.

Da auch für die Empfangsfrequenz die Basiselektroden beider Transistoren zusammengeschaltet sind, bleibt der gegenkoppelnde Einfluß der Emitterkombination bei Regelung ebenfalls erhalten. Dies ist im wesentlichen der Grund für die günstigen Großsignaleigenschaften der regelbaren Mischstufe mit Stromverteilungssteuerung. Die Änderung der Eingangsadmittanz der parallel geschalteten Transistoren bei Regelung ist (wegen des nahezu konstanten Gesamtstromes) sehr gering, so daß keine bedeutende Verstimmung oder Dämpfungsänderung des Eingangskreises auftritt.

Da für Rauschanpassung von *T 1* an den Eingangskreis eine relativ starke Unteranpassung notwendig ist, kann nahezu die volle Vorselektion des Eingangskreises ausgenutzt werden.

Die Frequenzverwerfung des Oszillators ist bei Regelung vernachlässigbar, wenn *T 1* und *T 2* ohne lange Zuleitungen, insbesondere zu den Steuerstrecken, HF-mäßig parallel geschaltet sind.

Die bei Regelung der Mischstufe auftretende Zunahme der Rauschzahl ist nicht sehr groß und praktisch bedeutungslos, wenn die Regelung der Mischstufe genügend verzögert erfolgt. Wichtig sind die erreichbare hohe Regeldämpfung und die große Regelsteilheit.

4.1.2. FM-Betrieb

Bei Schalterstellung „U" – Umschaltung der Basis von *T 1*, *T 2* auf das vorgeschaltete FM-ZF-Filter (im UKW-Tuner[2])) und Einschaltung des FM-ZF-Filters *F 1* in den Collectorkreis – verstärkt *T 1* die FM-ZF in nichtneutralisierter Emitterschaltung, während *T 2* gesperrt bleibt. Der Primärkreis des kritisch gekoppelten ZF-Filters *F 1* ist mit der Kreiskapazität von 250 pF so bemessen, daß mit der Anschaltung eines üblichen zweikreisigen ZF-Filters am Eingang (zwei Koppelwindungen) eine ausreichende Schwingsicherheit gegeben ist. Die Bandbreite der 1. FM-ZF-Stufe beträgt mit den Leerlaufgüten der Kreise $Q_0 = 68$ etwa 250 kHz. Mit der Stromgegenkopplung durch den unüberbrückten Emitterwiderstand (5,6 Ohm) ist die Leistungsverstärkung der Stufe etwa 23 dB.

4.2. Erste AM-ZF- und zweite FM-ZF-Stufe

Der Transistor *T 3* arbeitet für die AM-ZF und die FM-ZF in nichtneutralisierter Emitterschaltung. Die Ankopplung der Steuerstrecke an das Filter der vorgeschalteten Stufe erfolgt für die AM-ZF mit einem kapazitiven Spannungsteiler, während für die FM-ZF die induktive Ankopplung gewählt wurde.

Zur Vermeidung von Abreißeffekten (Knackeffekt) bei FM-Empfang ist ein 220-Ohm-Widerstand in die Collectorleitung von *T 3* eingeschaltet. Für die gewählte Dimensionierung der Stufe ist die Leistungsverstärkung für die AM-ZF etwa 24,5 dB und für die FM-ZF etwa 22 dB. Diese Werte ergeben unter Berücksichtigung des größeren Eingangsleitwertes der letzten ZF-Stufe die aus dem Pegeldiagramm (Bild 2) entnehmbaren Spannungsverstärkungen.

Die Verstärkungsregelung bei AM-Betrieb wird durch einen Regelstrom, der über den Emitterwiderstand des Transistors *T 3* geleitet wird, bewirkt. Diese Art der Stromabwärtsregelung von *T 3* ermöglicht zugleich die Erzeugung der verzögert einsetzenden Regelspannung zur Stromaufwärtssteuerung von *T 2* (Mischstufe).

Bemerkenswert ist die Ankopplung des kombinierten Filters *F 1* an den Eingang von *T 3*. Die HF-Abblockung des Emitters und der kapazitive Spannungsteiler in *F 1* sind nicht wie üblich auf Masse (Collectorseite), sondern auf den Minuspol der Betriebsspannungsquelle bezogen. Dadurch wird die Übertragung von Brummspannungen (bei ungenügend gesiebter Betriebsspannung) auf die Steuerelektroden von *T 3* und damit die störende Brummmodulation im heruntergeregelten Zustand vermieden. Zur Unterdrückung von ZF-

[2]) Beckenbach, W.: UKW-Tuner mit Diodenabstimmung. Funk-Techn. Bd. 21 (1966) Nr. 7, S. 242–243

Tab. I. Wickeldaten der Kombinationsfilter

Filter *F 1*
(Bausatz: 2 × „D22–1437" mit aufgeschnittenen Kappenkernen von *Vogt*)
AM: Primärkreiswicklung 85 Wdg., 10×0,05 CuLS
Sekundärkreiswicklung 55 Wdg., 10×0,05 CuLS
Kernmaterial: „FK III"
FM: Primärkreiswicklung 8 Wdg., 0,2 CuLS
Sekundärkreiswicklung 30 Wdg., 0,1 CuL
Ankoppelwicklung 2 Wdg., 0,1 CuL
Kernmaterial: „FC I"

Filter *F 2*
(Bausatz wie für *F 1*)
AM: Wickeldaten wie bei *F 1*
FM: Primärkreiswicklung 10 Wdg., 0,2 CuLS
Sekundärkreiswicklung 30 Wdg., 0,1 CuL
Ankoppelwicklung 1 Wdg., 0,1 CuL
Kernmaterial: „FC I"

Filter *F 3*
(Bausätze: für AM „D22–1437" mit 1 Halterung, für FM „D22–1624" mit aufgeschnittenem Kappenkern von *Vogt*)
AM: Kreiswicklung 55 Wdg., 10×0,05 CuLS
Diodenwicklung 85 Wdg., 0,12 CuLS
FM: Primärkreiswicklung 8 Wdg., 0,3 CuL
Tertiärwicklung 4 Wdg., 0,1 CuL
Sekundärkreiswicklung 2×14 Wdg., 0,2 CuLS

Tab. II. Wickeldaten der Spulen für den UKW-Tuner

Spule	Durchmesser	Kern	Wicklung
L 1	3 mm	„FC-FU V" (*Vogt*)	je 5 Wdg., 0,5 CuLS (bifilar)
L 2			
L 3	Körper M 4	„FC-FU V" (*Vogt*)	3 Wdg., 1,0 CuAg
L 4	4 mm	—	15 Wdg., 0,5 CuLS
L 5	Körper M 3	„FC-FU V" (*Vogt*)	2 Wdg., 1,0 CuAg (Anzapfung bei 1 Wdg.)
L 6	*Neosid*-Filter für 10,7 MHz	„12×24×15 VK"	10 Wdg., 0,12 CuLS
L 7			14 Wdg., 0,12 CuLS
L 8			2 Wdg., 0,2 CuLS

Rückwirkungen über mehrere Stufen wurde in die Minusleitung zu *T 1* und *T 2* ein 220-Ohm-Siebwiderstand eingeschaltet und mit einem Siebkondensator nach Masse abgeblockt.

4.3. Zweite AM- und dritte FM-ZF-Stufe mit den Demodulatoren

Der Transistor *T 4* arbeitet ebenfalls in nichtneutralisierter Emitterschaltung. Die Anschaltung des Stufeneingangs an das Filter *F 2* erfolgt in der gleichen Weise wie in der vorangehenden Stufe. Unterschiedlich ist lediglich der kapazitive Spannungsteiler für die AM-ZF bemessen (wegen des größeren Eingangsleitwertes von *T 4* infolge höheren Collectorstroms). Außerdem konnten für diese Stufe ohne den Nachteil der Brummodulation der AM-Sekundärkreis von *F 2* und der Emitterkondensator von *T 4* an Masse gelegt werden. Das kombinierte ZF-Filter *F 3* mit AM- und FM-Demodulator wurde so ausgelegt, daß bei AM-Empfang und maximaler Eingangsspannung selbst bei 100 % Modulationsgrad noch ein großer Sicherheitsabstand gegen eine collectorseitige Übersteuerung von *T 4* besteht (Lastwiderstand für die AM-ZF etwa 2,6 kOhm).

Der niederohmige Lastwiderstand ergibt sich durch den Gleichrichterlastwiderstand (10 kOhm) in Verbindung mit dem gewählten Übersetzungsverhältnis zwischen Kreis- und Diodenwicklung.

Bei FM-Betrieb arbeitet die Stufe als Amplitudenbegrenzer. Zur Vermeidung von Knackeffekten beim Empfang starker UKW-Sender ist in dieser Stufe ebenfalls ein 220-Ohm-Widerstand in die Collectorleitung eingeschaltet. Der Primärkreiskondensator des Ratiofilters in *F 3* von 300 pF ergibt bei der gegebenen Eingangsankopplung eine genügende Schwingsicherheit der Stufe. Für die AM-ZF ist die Schwingsicherheit ohnehin sehr groß. Die Tertiärseite des symmetrischen Ratiodetektors ist auf Masse bezogen, wodurch die vom Verbindungspunkt der 100-kOhm-Symmetrierwiderstände abnehmbare Nachstimmspannung ebenfalls erdsymmetrisch ist. Zur Einstellung der AM-Störunterdrückung ist, wie üblich, ein Einstellwiderstand vorhanden. Die NF-Spannung wird von der Mitte des aufgeteilten Gleichrichterlastwiderstands (2 × 10 kOhm) abgenommen. Der von diesem Punkt nach Masse geschaltete 10-nF-Kondensator dient zur Nachentzerrung (Deemphasis). Mit der angegebenen Bemessung ergibt sich eine Nachentzerrungszeitkonstante von 50 µs.

Die Wickeldaten für die AM-FM-Kombinationsfilter *F 1* ... *F 3* sind in Tab. I zusammengestellt. Als Ergänzung zu dem bereits früher beschriebenen UKW-Tuner[2]) sind in Tab. II noch die Wickelangaben für die entsprechenden Spulen angegeben.

4.4. Regelung, Regelverstärker, Impedanzwandler

Für die automatische Verstärkungsregelung bei AM-Betrieb ist die Stromaufwärtsregelung des Transistors *T 2* der Mischstufe und die Stromabwärtsregelung des Transistors *T 3* der 1. AM-ZF-Stufe vorgesehen. Dabei soll die Verstärkungsregelung der Mischstufe *T 2* gegenüber der ZF-Stufe *T 3* verzögert erfolgen. Die unterschiedliche Regelrichtung und die Verzögerung für *T 2* erhält man dadurch, daß der von *T 5* erzeugte Regelstrom über den Widerstand *R 1* und den Emitterwiderstand von *T 3* geleitet wird. Mit zunehmendem Regelstrom wird der Collectorstrom von *T 3* durch die ansteigende Gleichspannung am Emitterwiderstand herabgeregelt, während die zunehmende Gleichspannung am Emitterwiderstand und an *R 1* die Aufregelung von *T 2* bewirkt. Mit *R 1* kann der Regeleinsatz beziehungsweise der Regelumfang der Mischstufe eingestellt werden. Es empfiehlt sich dabei, zumindest die Basisspannung für *T 1* und *T 3* von einem gemeinsamen Basisspannungsteiler abzunehmen, damit keine Streuung des Regeleinsatzpunktes durch unterschiedliche Basisvorspannungen entstehen kann. Darüber hinaus ist es zweckmäßig, auch die Basisvorspannung für *T 4* vom selben Spannungsteiler abzunehmen. Die Siebung der gemeinsamen Basisvorspannung mit dem 250-µF-Elektrolytkondensator ist dann für alle Transistoren wirksam. Der notwendige Regelstrom, der in seiner Größe etwa dem ungeregelten Emitterstrom von *T 3* entspricht, wird mit Hilfe von *T 5* erzeugt. Hierzu wird die vom AM-Demodulator kommende Richtspannung bei Schalterstellung „MW" oder „LW" der Basis von *T 5* zugeführt. Der in die Basisleitung geschaltete Widerstand (560 Ohm) dient zur Vermeidung von HF-Störschwingungen, die infolge der langen Schalterzuleitungen entstehen könnten. Bestimmend für den Regelstrom I_R (bei gegebener Richtspannung des AM-Demodulators) ist der 1,5-kOhm-Widerstand.

T 5 dient außer zur Regelverstärkung auch als NF-Impedanzwandler bei AM- und FM-Betrieb. Die beiden Widerstände in der Emitterleitung bewirken einen Emittervorstrom für *T 5*, damit die AM-Richtspannung zur Erzeugung des Regelstromes nicht erst die relativ hohe Anlaufspannung des Siliziumtransistors *T 5* überwinden muß. Außerdem kann für die NF-Ausgangsspannung bei AM-Betrieb der Spannungsteiler so eingestellt werden, daß sich im Mittel eine etwa gleich große NF-Ausgangsspannung wie bei FM-Betrieb ergibt.

Bei der Weiterentwicklung dieser Empfängerkonzeption für den Empfang stereophoner Sendungen kann der Transistor *T 5* gleichzeitig zur Verstärkung des Pilotsignals mitbenutzt werden. Dadurch wird der Bauelementeaufwand im Stereo-Decoder vermindert. Die Nachentzerrung ist dann statt am Demodulatorausgang erst nach dem Decoder vorzunehmen.

INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

brachte im Maiheft unter anderem folgende Beiträge:

Verteilte RC-Nullnetzwerke in selektiven Verstärkern

Definition der Kenndaten von Servo-Motorgeneratoren

Einfache Methoden der Programmierung von Analogrechnern IV — Programmierung nach dem Blockbild

Temperaturstabilität der Verstärkung bei geregelten Fernsehtunern mit Transistorvorstufen

Eine variable Verzögerungsleitung im Nanosekundenbereich

Rastergenerator mit einmaliger Auslenkung zur Aufzeichnung mehrerer Vorgänge

Unkonventionelle Thyristor-Elektronik

Forschung und Entwicklung in England

Elektronik in aller Welt · Angewandte Elektronik · Persönliches · Neue Erzeugnisse · Industriedruckschriften · Kurznachrichten

Format DIN A 4 · monatlich ein Heft
Preis im Abonnement 11,50 DM vierteljährlich, Einzelheft 4 DM

Zu beziehen
durch jede Buchhandlung im In- und Ausland, durch die Post oder direkt vom Verlag

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH
Berlin-Borsigwalde, Postanschrift: 1 Berlin 52

H. SCHWEIGERT, SEL, Stuttgart

Hochfrequenzoszillatoren mit Schwingkreisen

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 21 (1966) Nr. 10, S. 392

3.1.1. Anodenspannungszuführung

Bei der Schaltung nach Bild 2 liegen die Anodenspannungsquelle U_B, der Schwingkreis und die Röhre in Reihe, so daß der Anodenstrom über die Schwingkreisspule L fließt. Diese Art der Anodenspannungszuführung wird als Reihenspeisung bezeichnet. Die Reihenspeisung hat den Nachteil, daß der Abstimmkondensator *C 1* an der hohen Anodenspannung liegt. Der Rotor des Drehkondensators, der hochfrequenzmäßig an Masse liegen muß, muß also für die Gleichspannung isoliert sein. Um dennoch eine sichere hochfrequente Verbindung des Schwingkreis-Fußpunktes mit Masse zu gewährleisten, muß die Anodenspannungsquelle in der Schaltung nach Bild 2 mit dem Kondensator *C 2* überbrückt werden.

Die Schaltung im Bild 3 hat gegenüber der von Bild 2 den Vorteil, daß der Rotor des Abstimmkondensators unmittelbar an Masse gelegt werden kann. Die Schwingkreisspule L und der Schwingkreiskondensator *C 1* sind an ihrem unteren Anschluß nämlich nicht direkt, sondern über den Kondensator *C 2* verbunden, der den Schwingkreis hochfrequenzmäßig schließt. Gleichzeitig überbrückt dieser Kondensator die Speisespannung hochfrequenzmäßig

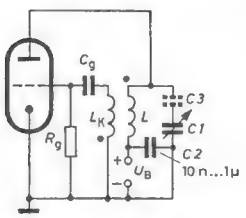


Bild 3. Meißner-Oszillator mit Reihenspeisung, bei dem der Abstimmkondensator nicht unter Anodenspannung steht

und legt damit den Schwingkreis-Fußpunkt an Masse. Die hohe Anodenspannung liegt allerdings noch über die Schwingkreisspule am Stator des Drehkondensators und somit zwischen den Kondensatorplatten. Um dies zu verhindern, kann man den Kondensator *C 3* (im Bild 3 gestrichelt gezeichnet) in die obere Zuleitung zum Abstimmkondensator einfügen.

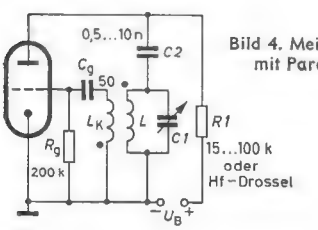


Bild 4. Meißner-Schaltung mit Parallelspeisung

Im Bild 4 liegen Anodenspannungsquelle, Schwingkreis und Röhre gleichstrommäßig parallel. Man spricht hier von einer Parallelspeisung der Schaltung. Die Anodenspannung wird über den Widerstand *R 1* zugeführt. Der Kondensator *C 2* hält den Schwingkreis gleichspannungsfrei, dessen unterer Anschluß deshalb unmittelbar an Masse gelegt werden kann. Diese Gleichspannungsfreiheit des Schwingkreises ist der große Vorteil der Parallelspeisung. Nachteilig ist jedoch, daß der Widerstand *R 1* dem Schwingkreis wechselstrommäßig parallel liegt, diesen bedämpft und damit seine Güte herabsetzt. Man kann an Stelle des ohmschen Widerstandes auch eine HF-Drossel verwenden, die diesen Nachteil in gewissem Maße vermeidet. Bei hohen Frequenzen macht sich dann allerdings die Wicklungskapazität der Drossel störend bemerkbar, die dann eine Dämpfung für den Schwingkreis darstellt.

3.2. Meißner-Schaltung mit Transistoren

3.2.1. Transistor in Emitterschaltung

Der Meißner-Oszillator läßt sich selbstverständlich auch mit einem Transistor ausführen. Bild 5 zeigt eine von vielen Schalt-

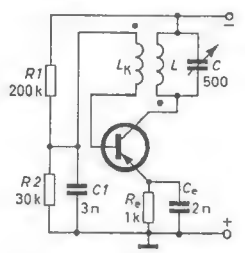


Bild 5. Meißner-Oszillator mit Transistor in Emitterschaltung

möglichkeiten. Der frequenzbestimmende Schwingkreis L, C liegt im Collectorkreis des Transistors (er könnte natürlich auch in den Basiskreis gelegt werden). Die Rückkopplung erfolgt über die Ankoppelspule L_K auf die Basis. Über die Ankoppelspule wird dem Transistor gleichzeitig die Basisvorspannung zugeführt, die der Spannungsteiler *R 1*, *R 2* erzeugt. Der Kondensator *C 1* legt den Fußpunkt der Ankoppelspule wechselspannungsmäßig auf Nullpotential (Masse). Die *RC*-Kombination R_e, C_e dient zur Temperaturstabilisierung des Transistors durch Gleichstromgegenkopplung und außerdem zur Stabilisierung der Schwingamplitude.

Zu den bei der Röhrenschaltung des Meißner-Oszillators geschilderten Nachteilen kommt bei der Transistorschaltung noch ein weiterer hinzu. Die Ankopplung des Transistors an den Schwingkreis bereitet nämlich mitunter gewisse Schwierigkeiten. Da Transistoren erheblich niedrigere Eingangs- und Ausgangswiderstände als Röhren haben, muß man in einer Schaltung nach Bild 5 oft den Collectoranschluß an eine Anzapfung der Schwingkreisspule legen (im Bild 5 nicht gezeichnet), um den verhältnismäßig niedrigen Transistor-Ausgangswiderstand an den hohen Schwingkreiswiderstand anzupassen. Anderenfalls wird der Schwingkreis durch den Transistor unter Umständen zu sehr bedämpft.

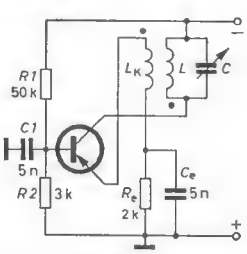


Bild 6. Meißner-Oszillator mit Transistor in Basisschaltung

3.2.2. Transistor in Basisschaltung

Bei der Schaltung nach Bild 6 liegt die Basis des Transistors über den Kondensator *C 1* wechselstrommäßig an Masse (Basisschaltung). Der Schwingkreis ist wieder in der Collectorzuleitung angeordnet, und die Rückkopplungsspannung wird in den Emitterkreis eingekoppelt. Da Emitter- und Collectorspannung des Transistors die gleiche Phasenlage haben, darf im Rückkopplungskreis keine Phasenumkehr erfolgen. Das bedeutet, daß die Koppelspule L_K im Emitterkreis so zu polen ist, daß der Emitter zum Beispiel positives Potential erhält, wenn am Collector eine positive Halbwelle liegt (und umgekehrt).

4. Induktive Dreipunktschaltung (Hartley-Schaltung)

4.1. Induktive Dreipunktschaltung mit Röhren

Ein zweiter, sehr wichtiger Schaltungstyp, der Dreipunkt- oder Hartley-Oszillator, ist im Bild 7 dargestellt. Hier wird die Rückkopplungsspannung unmittelbar an der Schwingkreisspule abgegriffen, die dazu eine Anzapfung *a* erhält. Um die Rückkopplungsbedingung zu erfüllen, müssen Anode und Gitter an entgegengesetzten

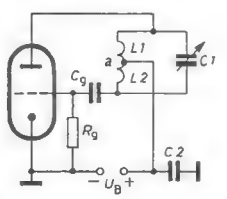


Bild 7. Induktiver Dreipunktoszillator (Hartley-Schaltung) mit Reihenspeisung

Spulenenden liegen. Dann besteht eine Phasenverschiebung von 180° zwischen Anoden- und Gitterwechselspannung, und die rückgekoppelte Spannung gelangt phasenrichtig zum Gitter. Der Anzapfungspunkt *a*, über den auch die Anodengleichspannung zugeführt wird, liegt über den Erdungskondensator *C 2* hochfrequenzmäßig an Masse. Für den Rückkopplungsfaktor K, der etwa dem Verhältnis der Windungszahlen n_2/n_1 der Spulenhälften *L 1* und *L 2* entspricht, gilt

$$K = \frac{u_g}{u_a} = \frac{n_2}{n_1}. \qquad (2)$$

Da die Schwingkreisspule an drei Punkten angeschlossen ist, wird diese Schaltung induktive Dreipunktschaltung oder nach ihrem Erfinder auch Hartley-Schaltung genannt.

Auch beim Hartley-Oszillator beeinträchtigen die veränderlichen Eingangs- und Ausgangskapazitäten der Röhren oder Transistoren die Frequenzkonstanz. Am stärksten aber wird die Schwingfrequenz durch die Gitter-Anoden-Kapazität C_{ga} der Röhre beeinflußt, die über den Gitterkondensator C_g dem gesamten Schwingkreis parallel liegt. Da C_g groß gegenüber der Gitter-Anoden-Kapazität ist, wirken sich deren Änderungen in voller Größe auf die Schwingfrequenz aus. Die noch stärker als die Gitter-Anoden-Kapazität schwankende Gitter-Katoden-Kapazität C_{gk} hat dagegen keinen so großen Einfluß auf die Frequenz, da sie nur dem unteren Teil der Schwingkreisspule parallel liegt [1]. Diese Überlegungen hinsichtlich der Frequenzkonstanz lassen sich sinngemäß auch auf die später behandelten Transistorausführungen des Hartley-Oszillators übertragen.

(Fortsetzung folgt)

P. THOMAS, DJ 6 LX

Teiltransistorisierter SSB-Sender für 80 m mit 300 W PEP

Angeregt durch die erfolgreichen Versuche einiger OM's, mit Transistoren einen SSB-Steuersender (Exciter) aufzubauen, entstand der nachstehend beschriebene, zunächst nur für 80 m ausgelegte SSB-Sender.

Exciter

Der Quarzoszillator (Bild 1) des Exciters[1]) mit dem Transistor *T 1* (AF 115) erzeugt zwei Frequenzen um 9 MHz, die zur Erzeugung des unteren oder oberen Seitenbandes dienen. Die Quarze *Q 1, Q 2* werden mit Hilfe eines Relais *A* (Miniaturrelais „957" von *Gruner;* 2 V$_=$) umgeschaltet, so daß man den Schalter an jeder beliebigen Stelle der Frontplatte anbringen kann. *L 1,* *L 2* sowie *L 9* sind Resonanzdrosseln, bei denen ein CuL-Draht von $\lambda/4$ bis $\lambda/2$ Länge als einlagige Zylinderspule auf einen Körper von etwa 10 mm Durchmesser gewickelt ist.

Der NF-Teil ist mit drei Transistoren (*T 4, T 5, T 6*) bestückt. *T 4* und *T 6* arbeiten als Impedanzwandler. Im Collectorkreis von *T 6* wird die NF-Spannung für die Sprachsteuerung (Vox) abgenommen. Auf der Platine liegen ebenfalls die Anschlüsse für die NF-Regelung (*R 4*). Im Mustergerät wurde dazu ein 10-kOhm-Regler direkt an die Anschlüsse gelötet.

Der Balance-Modulator ist als Ringmodulator mit vier Dioden OA 85 ausgeführt. Der Tauchtrimmer *C 2* sowie *C 1* und *R 1* dienen zur Symmetrierung. Der Wert von *C 1* muß ausprobiert werden; er liegt bei 10 pF. Zweckmäßigerweise lötet man zunächst einen 10-pF-Kondensator ein und korrigiert den Wert dann später beim Abgleich. Die Spulen *L 3, L 4* (Übersetzungsverhältnis $\ddot{u} = 2:1$) und auch *L 5, L 6* (Übersetzungsverhältnis $\ddot{u} = 5:1$) sind auf Spulenkörper aus dem US-Surplus-Handy-Talky „BC 611" gewickelt. Diese Körper sind bei der Firma *Coleman* in Frankfurt a. M. erhältlich.

Auf den Balance-Modulator folgen eine Verstärkerstufe *T 2* und eine Impedanzwandlerstufe *T 3* zur richtigen Anpassung an das 9-MHz-McCoy-Filter „XF 9 A" *(Kristallverarbeitung Neckarbischofsheim).* Mit *R 2* im Basisspannungsteiler von *T 2* wird der Arbeitspunkt dieses Transistors eingestellt. Er ist wie alle ähnlichen Regler im Exciter zunächst auf seinen größten Wert einzuregeln, um beim ersten Einschalten des Gerätes eine Überlastung der Transistoren zu vermeiden. Die Sekundärseite des Filters ist mit dem 500-Ohm-Regler *R 3* abgeschlossen, mit dem sich die Filterkurve etwas variieren läßt. Der günstigste Wert lag beim Mustergerät bei etwa 400 Ohm. An das Filter schließt sich die Verstärkerstufe *T 7* an, deren Collectorkreis *L 5, C 3* auf 9 MHz abgestimmt ist. Der Mischtransistor *T 8* ist über *L 6* fest an *L 5* gekoppelt. Die VFO-Spannung von etwa 0,4 V_{eff} wird dem Emitter zugeführt. Der Emitterwiderstand *R 5* ist etwa halb einzudrehen. Die Platine bietet noch Platz für zwei Collectorschwingkreise von *T 8* mit Auskopplung (im Mustergerät nicht eingebaut und daher auch im Bild 1 nicht dargestellt), die mit dem Relais *A* umgeschaltet werden können. Zur Abstimmung dieser Kreise sollte man einen Schmetterlingsdrehkondensator benutzen.

Das 9-MHz-SSB-Signal wird mit einem VFO-Signal von 5,0 ... 5,5 MHz gemischt. Dabei entstehen dann die Mischprodukte 3,5 ... 4,0 MHz (80 m) und 14,0 ... 14,5 MHz (20 m). Diese beiden Frequenzen können am Ausgang (Collector von *T 8*) abgenommen und weiterverstärkt werden. Im Mustergerät wurde, da der Sender nur für 80 m bestimmt war, der Collector von *T 8* an den Ausgangsanschluß gelegt und der zugehörige Schwingkreis auf einem getrennten Chassis mit der Verstärker- und Treiberstufe aufgebaut. Es ist günstig, auf alle längeren Nulleiter der Platine einen 3 ... 4 mm dicken Kupferdraht aufzulöten, um einwandfreie Erdpunkte zu erhalten. Die Schaltung ist auf der Platine in vier Teile unterteilt, zwischen denen jeweils ein breiter Massestreifen verläuft. Jede Schaltungseinheit hat Zuleitungen für die Versorgungsspannung, die mit „+" und „—" bezeichnet sind. Von jedem „+"-Anschluß führt man einen keramischen 10-nF-Kondensator zum nächsten „—"-(Masse-)Anschluß. Alle „+"-Anschlüsse

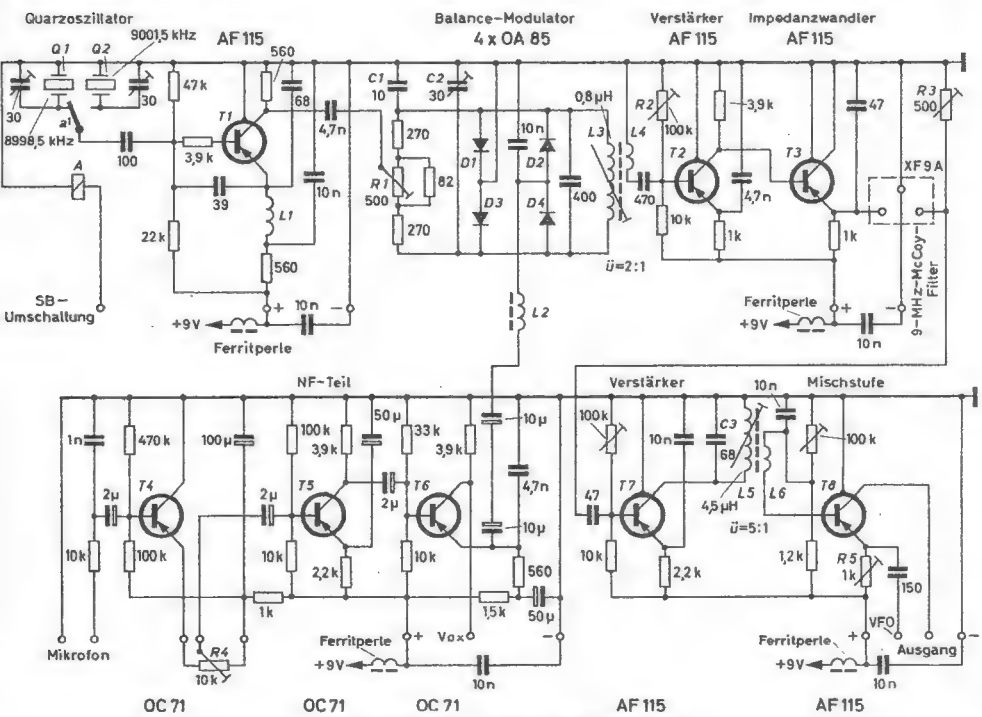


Bild 1. Schaltung des Exciters (SSB-Generator)

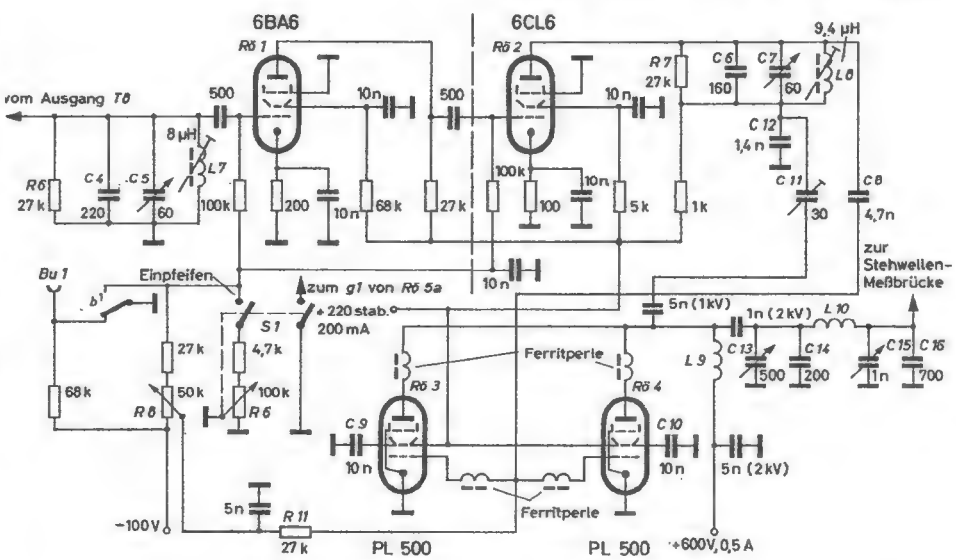


Bild 2. Schaltung der Verstärker-, Treiber- und Endstufe

[1]) Der Transistor-Exciter wurde vom Verfasser in Zusammenarbeit mit DJ 2 TM bei DJ 7 NL entwickelt und in gedruckter Schaltung ausgeführt.

werden miteinander verbunden, wobei man über die Verbindungsdrähte kleine Ferritperlen (*Valvo* „VK 200 21/4 B") schiebt.

Der SSB-Generator ist immer die kritischste Baustufe eines SSB-Senders. Verwendet man aber die gedruckte Platine und das McCoy-Filter, dann sind Aufbau und Abgleich leicht durchzuführen. Es sei hier jedoch nochmals darauf hingewiesen, daß die 100-kOhm-Regler in den Basisspannungsteilern der Transistoren vor der ersten Inbetriebnahme des Gerätes auf ihren größten Wert eingestellt werden sollten.

Verstärker und Treiberstufe

Die Verstärkerstufe *Rö 1* und die Treiberstufe *Rö 2* sowie der Collectorkreis *L 7*, *C 4*, *C 5* des Mischtransistors *T 8* und der Anodenkreis *L 8*, *C 6*, *C 7* des Treibers sind, wie bereits erwähnt, auf einem getrennten Chassis montiert (Bild 2). Die Kreise sind mit 27 kOhm (*R 6*, *R 7*) bedämpft.

rohr von 40 mm Durchmesser. Die gesamte Endstufe ist in einem allseitig geschlossenen Metallkästchen untergebracht. Deckel und Chassis sind perforiert.

Sprachsteuerung

Die Schaltung der Sprachsteuerung (Bild 3) enthält keine Besonderheiten. Ansprechempfindlichkeit und Abfallverzögerung lassen sich mit *R 9* beziehungsweise *R 10* einstellen. Als Vox-Relais *B* wird ein *Siemens*-Kammrelais „Trls 154 d" mit 5,6 kOhm Spulenwiderstand und zwei Starkstromumschaltkontakten verwendet. Es reicht auch für die Antennenumschaltung vollkommen aus, denn im Moment des Einbeziehungsweise Ausschaltens liegt keine HF-Spannung an den Kontakten. Sie müssen also nur den HF-Strom führen.

Variabler Oszillator (VFO)

Der VFO (Bild 4) erhält seine Speisespannung über die Glimmlampe *Gl*. Hier wurde eine Glimmlampe aus US-Surplus-Emp-

Stromversorgung

Von einer ausführlichen Beschreibung des Netzteils wird hier abgesehen. Die Anodenspannung der Endstufe kann aus einer geeigneten Wicklung des Netztransformators oder durch Spannungsvervielfachung direkt aus dem Netz gewonnen werden. Die 220-V-Gleichspannung ist in jedem Fall elektronisch zu stabilisieren. Zur Heizung jeder PL 500 sind etwa 27 V bei 0,3 A erforderlich. Da Serienheizung vorgeschrieben ist, muß der Netztransformator eine entsprechende Wicklung erhalten. Zur Erzeugung der 9-V-Gleichspannung benötigt man 17 V Wechselspannung, die mit einem Brückengleichrichter gleichgerichtet und dann mit zwei 1000-µF-Elektrolytkondensatoren und einem Widerstand gesiebt wird. Daran schließt sich die im Bild 6 gezeigte Anordnung an, die eine stabilisierte Gleichspannung von 9 V liefert. Das Relais *A* läßt sich durch gleichgerichtete und gesiebte Heizspannung über einen entsprechenden Vorwiderstand speisen.

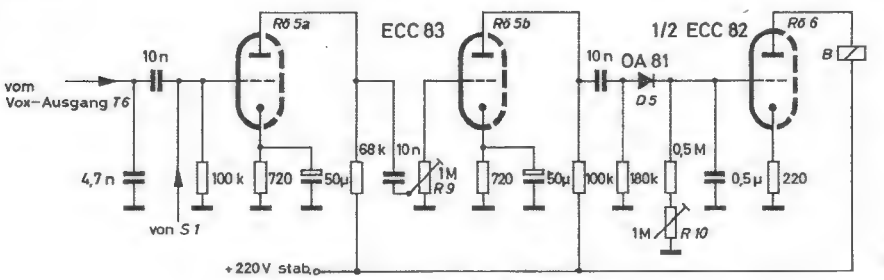


Bild 3. Schaltung der Sprachsteuerung

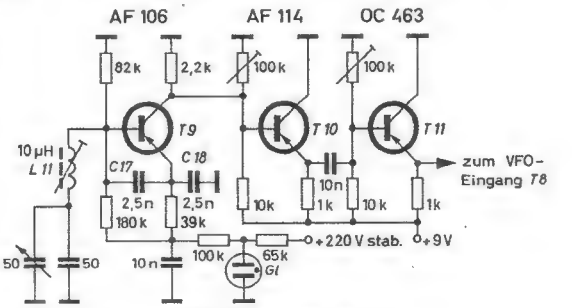


Bild 4. Schaltung des VFO

Bei Empfang erhalten die Steuergitter von *Rö 1* und *Rö 2* eine negative Sperrspannung, die beim Senden mit dem Kontakt b^1 des Vox-Relais *B* abgeschaltet wird. Beim Einpfeifen verringert man die Sperrspannung mit dem 100-kOhm-Potentiometer *R 6* so weit, bis im Empfänger das charakteristische Rückkopplungspfeifen auftritt. Mit *R 6* ist der zweipolige Schalter *S 1* gekuppelt, der in Stellung „Einpfeifen" die Sprachsteuerung abschaltet und das Potentiometer einschaltet.

Endstufe (PA)

In der Endstufe arbeiten zwei parallel geschaltete Röhren PL 500, deren Steuergitter über *C 8* an die Anode von *Rö 2* angekoppelt sind. Über den 27-kOhm-Widerstand *R 11* wird die negative Gittervorspannung zugeführt. Sie ist mit dem Regler *R 8* auf 100 mA Gesamtanodenruhestrom der beiden PL 500 einzustellen. Dicht vor den Anoden- und Gitteranschlüssen von *Rö 3* und *Rö 4* sind über die Anschlußdrähte kleine Ferritperlen (*Valvo* „VK 200 21/4 B") geschoben. Die Schirmgitter, die über *C 9* und *C 10* HF-mäßig an Masse liegen, werden mit einer stabilisierten Spannung von 220 V versorgt. Zur Neutralisation dient der Spannungsteiler *C 11*, *C 12*. *C 11* ist ein Tauchtrimmer mit 30 pF Endkapazität, bei *C 12* handelt es sich um eine Kombination von keramischen Kondensatoren mit insgesamt 1,4 nF. Keinesfalls dürfen hier die braunen oder grauen Bypass-Kondensatoren verwendet werden, da deren Kapazität stark von der Temperatur und Spannung abhängt.

Das Pi-Filter *C 13*, *C 14*, *L 10*, *C 15*, *C 16* wurde sehr niederohmig ausgelegt. Für *C 13* und *C 15* genügen übliche Rundfunkempfänger-Drehkondensatoren. Die Spule *L 10* besteht aus 15 Wdg. versilberten 1-mm-Kupferdrahtes auf einem Keramik-

fängern „BC 455" benutzt, deren Brennspannung bei 75 V liegt. Wegen der hohen Speisespannung ist die Emitterspannungsquelle sehr hochohmig, und das verkleinert die Abhängigkeit des Collectorstroms von der Temperatur und damit die Frequenzdrift. Für die 2,5-nF-Spannungsteilerkondensatoren *C 17* und *C 18* wurden Styroflexkondensatoren verwendet. Auf den VFO folgen zwei Pufferstufen *T 10* und *T 11*, die eine Frequenzmodulation des Signals verhindern sollen.

Stehwellenmeßbrücke

Im Mustergerät ist kein Anodenstrominstrument zur Abstimmkontrolle eingebaut. Dazu dient eine Stehwellenmeßbrücke (Bild 5), mit der sich gleichzeitig die Antennenanlage überwachen läßt. Die Schaltung wurde dem Verfasser von DJ 4 ZC mitgeteilt.

L 12 besteht aus einer Hälfte eines *Siemens*-Schalenkerns „B 65 561 T 7", durch deren Bohrung 4 Wdg. CuL-Draht gefädelt werden. Außerdem führt durch die Bohrung noch der Antennenleiter, ein 1 mm dicker Kupferdraht. Links und rechts neben dem Kern lötet man an diesen Draht im Abstand von etwa 15 mm die Tauchtrimmer *C 19* und *C 20*. Die übrigen Bauteile sind auf einer Lötösenleiste untergebracht. Zum Abgleich wird ein induktivitätsarmer 60-Ohm-Widerstand genügender Belastbarkeit am Anschluß *Y* angeschlossen, während *X* an den Ausgang des Pi-Filters führt. In Stellung *2* des Schalters *S 2* stellt man dann den Trimmer *C 20* auf kleinsten Zeigerausschlag des Instrumentes ein. Anschließend vertauscht man *X* und *Y* und gleicht in Schalterstellung *1* den Trimmer *C 19* ab. Nach dem Abgleich wird *X* dann mit dem Pi-Filter und Anschluß *Y* mit dem Umschaltkontakt des Antennenrelais verbunden.

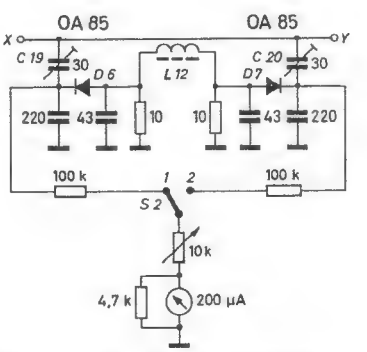


Bild 5. Schaltung der Stehwellenmeßbrücke

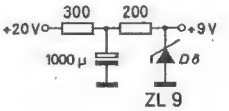


Bild 6. Stabilisierung der 9-V-Betriebsspannung mit einer Zenerdiode

Abgleich des SSB-Senders

Zum Abgleich des Senders benötigt man lediglich einen guten SSB-Empfänger und ein Griddipmeter. Zunächst werden die Kreise mit dem Griddipmeter auf die Sollfrequenz abgestimmt und alle Röhren bis auf *Rö 1* entfernt. In die Antennenbuchse des Empfängers wird ein Stück Draht gesteckt, dessen anderes Ende in die Nähe von *Rö 1* führt. Stimmt man jetzt den Empfänger bei eingeschaltetem BFO auf 3,75 MHz ab, dann muß beim Durchdrehen des VFO-Drehkondensators ein Signal festzustellen sein. Um sicher zu sein, daß man nicht die Spiegelfrequenz oder ein Kreuzmodulationsprodukt hört, vergewissere man sich, daß der Empfänger auf eine höhere Frequenz abgestimmt werden muß, wenn man den VFO-Drehkondensator hereindreht. Findet man kein derartiges

PHILIPS

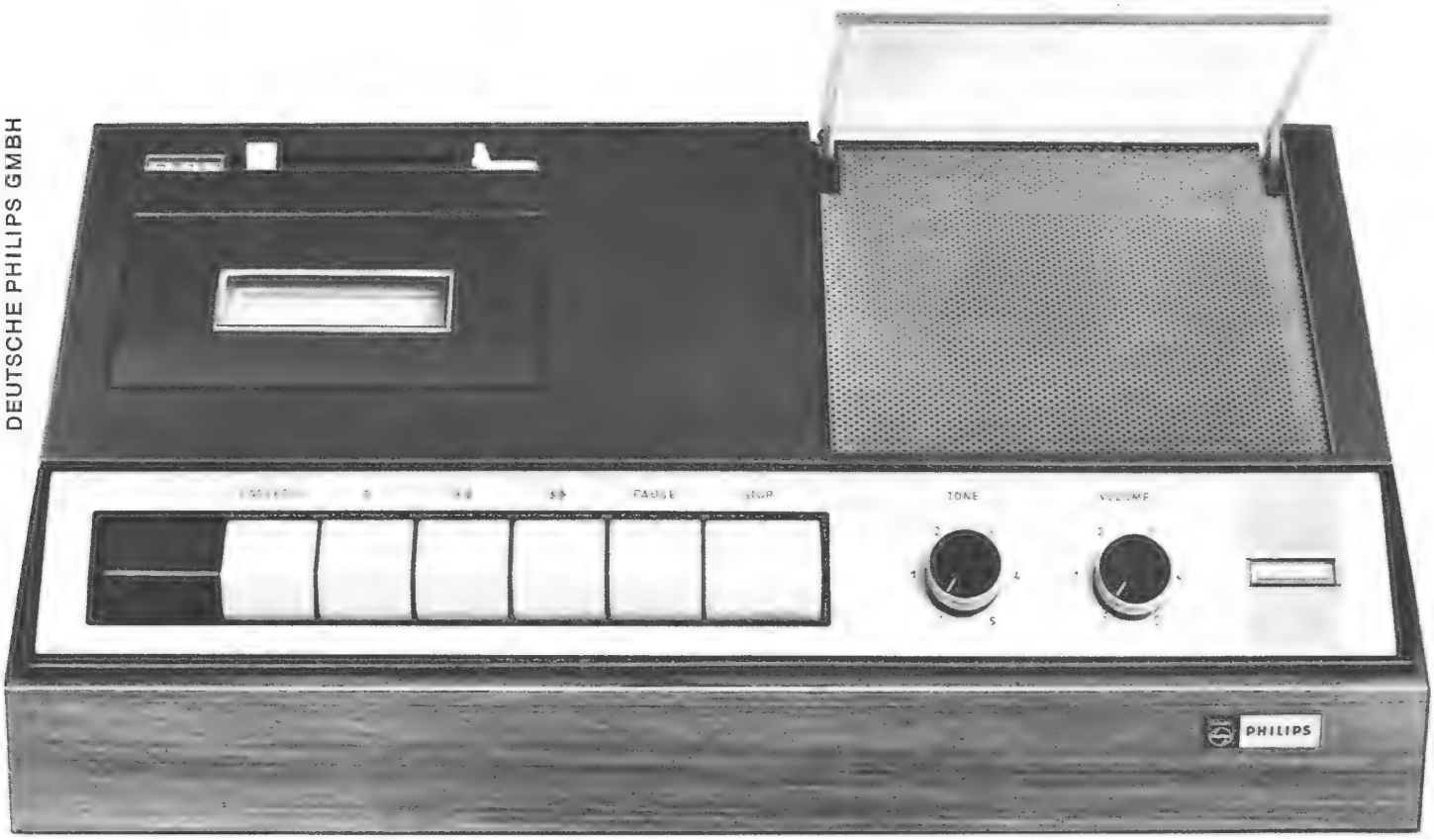
- wegweisend in der Magnetband-Technik!

Weltweite Erfahrung in Entwicklung und Produktion von Magnetbandgeräten – jeden Tag angewendet zum Nutzen Ihrer Kunden von heute und morgen.

Philips schuf mit der Compact-Cassette den Tonträger mit internationaler Geltung. Den Tonträger, dem die Zukunft gehört. Und Philips entwickelte den Cassetten-Recorder 3301, den Welterfolg des Jahres 1965. Er ist die Basis für die internationale Verbreitung der Compact-Cassette – in mehr als zwei Millionen Exemplaren.

Dieser Erfolg stand Pate für den Cassetten-Recorder 3310. Das erste Heimgerät für Compact-Cassetten.

DEUTSCHE PHILIPS GMBH



Cassetten-Recorder 3310 · Netzbetrieb · Abschaltbare Aussteuerungs-Automatik · Zählwerk

....nimm doch

PHILIPS

Signal, so ist die VFO-Frequenz mit dem Griddipmeter zu überprüfen. Nun werden die 100-kOhm-Regler in den Basisspannungsteilern der Transistoren so eingestellt, daß ihr Wert etwas größer ist als derjenige, bei dem das S-Meter des Empfängers Maximalausschlag anzeigt. Anschließend gleicht man die Spulen *L 3*, *L 5* und *L 7* ab. Ergibt sich hierbei kein Maximum, so ist es am einfachsten, die Parallelkondensatoren zu ändern.

Der Abgleich des Balance-Modulators erfolgt mit *R 1* und *C 2*. Dabei werden (mit *R 1* beginnend) abwechselnd *R 1* und *C 2* auf Minimalausschlag des S-Meters eingeregelt, bis sich durch weitere Veränderung von *R 1* und *C 2* keine Verbesserung mehr erreichen läßt. Sollte mit *C 2* kein Minimum einzustellen sein, dann ist *C 1* entsprechend zu ändern.

Jetzt wird ein Mikrofon angeschlossen und die Modulation abgehört. Die Klangfarbe kann mit den Paralleltrimmern der Quarze in gewissen Grenzen beeinflußt werden. Danach ist aber der Balance-Modulator wieder nachzustimmen. Den Modulationsregler *R 4* muß man so einregeln, daß mit dem Empfänger im anderen (unterdrückten) Seitenband keine nennenswerten Verzerrungen festzustellen sind. Die Modulation muß auch in diesem Seitenband gut verständlich sein, und die Ausgangsspannung dieses Seitenbandes soll um etwa 45 dB (das sind etwa 5,7 S-Stufen) unter der des übertragenen Seitenbandes liegen. Stellt man trotz der Pufferstufen eine Frequenzmodulation des Signals fest, die sich in einem etwas „weinerlichen" Klang äußert, so hilft ein Verkleinern des Emitterwiderstandes *R 5* des Mischtransistors *T 8*.

Ist die Modulation überprüft, dann wird *Rö 2* eingesetzt und der Treiberkreis auf maximalen S-Meter-Ausschlag abgestimmt. Die Ankopplung des Empfängers braucht dabei nicht mehr allzu fest zu sein. Es darf keine Selbsterregung auftreten; andernfalls ist der Aufbau nicht sauber ausgeführt. Jetzt kann man die Endröhren einsetzen und als künstliche Antenne eine 200-W-Glühlampe an den Senderausgang anschließen. Die Anodenspannungszuführung der Endstufe wird dann aufgetrennt und mit einem Instrument der Anodenstrom gemessen. Der Gesamtruhestrom von *Rö 3* und *Rö 4* ist mit *R 8* auf 100 mA einzustellen. Beim Sprechen darf der mittlere Strom bis höchstens 200 mA ansteigen; andernfalls ist der Modulationsregler zurückzuregeln.

Die Neutralisation war im Mustergerät recht unkritisch. Zum Einstellen der Neutralisation wurde *Rö 1* entfernt und der Empfänger fest an die Glühlampe angekoppelt. Dabei war ein Rauschen zu hören, das mit *C 11* auf ein Minimum gebracht wurde. Hierbei war außerdem das Pi-Filter nachzustimmen. Schwingungen traten auch ohne Neutralisation nicht auf.

Zuletzt werden die Röhren für die Sprachsteuerung eingesetzt. Das Relais *B* zieht nach der Anheizzeit an und fällt beim Besprechen des Mikrofons ab. Die negative Spannung an *Bu 1* kann man zum Sperren des Empfängers verwenden.

Antennen für den KW-Amateur

Eine neue Rundstrahlantenne für das 2-m-Band für stationären und mobilen Einsatz

Für den mobilen Funkbetrieb und auch bei gleichzeitiger Verbindung mit mehreren Stationen (Rund-QSO's), die nicht in der gleichen Richtung liegen, sind Richtantennen ungeeignet [1]. Für diese Zwecke liefert jetzt die Firma *Wisi* den V-Dipol „HY 01" (Bild 1), der eine Rundstrahlcharakteristik aufweist. Wie das Strahlungsdiagramm (Bild 2) zeigt, verschwinden durch die V-förmige Abwinkelung des Dipols die in der 90°- und 270°-Richtung vorhandenen Nullstellen des normalen λ/2-Dipols. Dabei geht natürlich der Spannungsgewinn in den beiden Hauptrichtungen um etwa 15 % zurück.

Bild 2 erlaubt auch einen Vergleich zwischen V-Dipolen mit einer Abwinkelung um 90° oder 45°. Bei einem Dipol mit 90° Abwinkelung ist die Empfangsspannung in den Richtungen 90° und 270° um 70 %, bei einer Abwinkelung von 45° aber nur um etwa 55 % niedriger als in den Hauptstrahlrichtungen des λ/2-Dipols. Aus diesem Grunde wird der V-Dipol „HY 01" mit 45°-Abwinkelung geliefert. Aus dem Strahlungsdiagramm kann man außerdem noch erkennen, daß der von vielen Amateuren für Mobilzwecke verwendete Ringdipol (Halo) einen schlechteren Wirkungsgrad als der Winkeldipol hat. So geht der Spannungsgewinn bei 0° und 180° beim Ringdipol um etwa 30 %, beim 45°-Winkeldipol jedoch nur um etwa 15 % zurück, während bei 90° und 270° der Ringdipol nur etwa 10 % mehr Spannung als der 45°-Winkeldipol liefert. Daraus geht eindeutig der gute Wirkungsgrad des Winkeldipols hervor, der außerdem noch den Vorteil hat, daß der größere Spannungsgewinn in den beiden Vorzugsrichtungen (0° und 180°) bei der stationären Montage entsprechend den gegebenen Empfangsverhältnissen ausgenutzt werden kann.

Der Winkeldipol ist zum Anschluß an 240-Ohm-Bandleitung ausgelegt. Zur Einspeisung mit Koaxialkabel läßt sich in das Anschlußgehäuse bei minimaler Sendeleistung der Symmetrierübertrager „DA 03" einsetzen. Für die üblichen bei Amateuren verwendeten Sendeleistungen liefert *Wisi* auch die λ/2-Umwegleitung „Sy 145" für eine Belastbarkeit bis 300 W.

Die Antenne hat eine Mastbefestigungsschelle und kann sowohl für mobilen als auch stationären Funkbetrieb verwendet werden. Eingehende Versuche haben eindeutig die bessere Leistung des Winkeldipols gegenüber einem Ringdipol und einer 5/8-λ-Stabantenne bewiesen.

Egon Koch, DL 1 HM

Schrifttum

[1] Koch, Egon: Antennen für das 70-cm- und das 2-m-Amateurband. Funk-Techn. Bd. 20 (1965) Nr. 23, S. 951–953

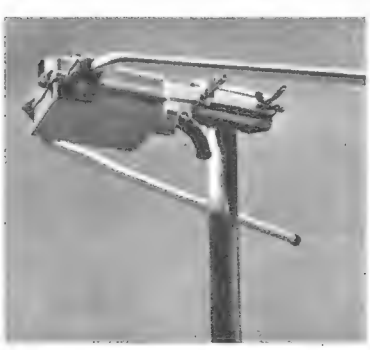


Bild 1. Winkeldipol „HY 01" von *Wisi*

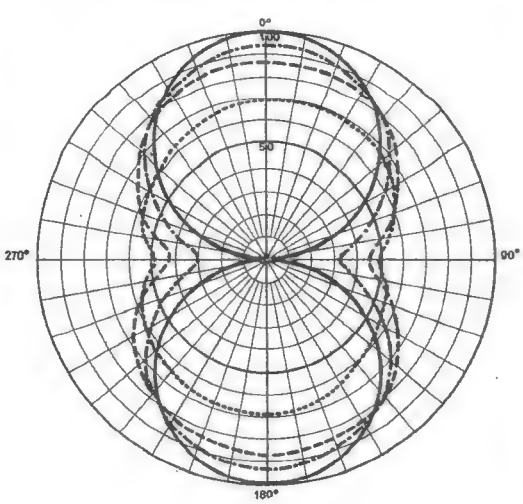


Bild 2. Strahlungsdiagramm verschiedener Dipolausführungen: ———— λ/2-Dipol, - - - - - - Winkeldipol 45°, - · - · - · Winkeldipol 90°, · · · · · · · · Ringdipol ▶

KW-Kurznachrichten

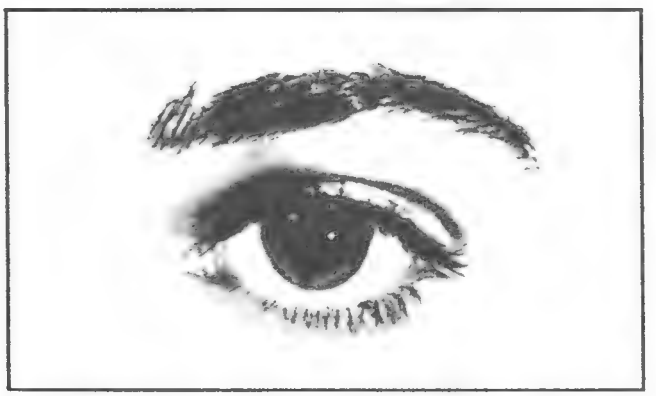
BFO-Zusatz für „Intercontinental"

Der *Schaub-Lorenz*-Reiseempfänger „Intercontinental" (8 Wellenbereiche) erlaubt in Verbindung mit einem als Zubehör lieferbaren BFO-Teil den Empfang von unmodulierten Telegrafiesendungen (A 1-Betrieb) sowie Einseitenbandsendungen (SSB) mit unterdrücktem Träger.

Dieser BFO-Zusatz besteht aus einem in Basisschaltung schwingenden 460-kHz-Oszillator mit einem Transistor AF 137. Die Oszillatorspannung wird an der Basiswicklung abgenommen und der Koppelspule des zweiten AM-ZF-Kreises zugeführt. Im Demodulator entsteht die hörbare Differenzfrequenz zwischen ZF- und BFO-Signal, die mit einem Potentiometer zwischen 0 und etwa ±4 kHz variiert werden kann. Zur Konstanthaltung der BFO-Spannung dienen zwei Begrenzerdioden.

Wichtig für einen guten Empfang ist das richtige Verhältnis von HF-Spannung zu BFO-Spannung. Dieses Verhältnis muß besonders bei SSB-Empfang genau stimmen. Deshalb kann mit einem Schalter von automatischer Regelung (AGC) auf Handregelung (MGC) umgeschaltet werden. Es läßt sich damit eine beliebige konstante Verstärkung einstellen, so daß das HF-Signal ins richtige Verhältnis zum BFO-Signal (etwa 1 : 10) kommt.

Elektronenoptik der
SEL-Bildröhre, 3,5fach vergrößert



Die Elektronenoptik sorgt für gestochen scharfe Bilder

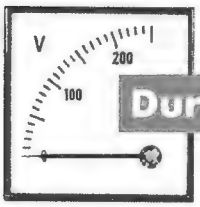
Sie verstehen doch etwas von Bildschärfe? Speziell unsere größte Bildröhre, die 65er, sollten Sie sich daraufhin ansehen.
Gestochen scharf ist das Bild mit der SEL-Elektronenoptik, wie mit dem Objektiv einer hochwertigen Kamera.

Wir schwören auf die elektrostatische Fokussierung, das heißt die Röhre ist nicht nur brillant scharf, sondern auch wirtschaftlich. Bereits 1953 kamen wir als erster deutscher Hersteller mit dieser Fokussierung auf den Markt.

Standard Elektrik Lorenz AG
Geschäftsbereich Bauelemente, Vertrieb Röhren
73 Esslingen, Fritz-Müller-Straße 112
Fernsprecher (0711) 3 51 41, Fernschreiber 7-235 94

63004

... die ganze nachrichtentechnik



P. ALTMANN

Durch Messen zum Wissen

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 21 (1966) Nr. 10, S. 394

103 Die Eichung des Röhrenvoltmeters nach Bild 50 ist mit Niederfrequenz möglich, besonders wenn man vorübergehend den Kondensator *C* noch größer wählt. Als Vergleichsinstrument dient bei dieser Eichung, die zum Beispiel bei 5 kHz erfolgen kann, das Vielfachinstrument. Es wird der Eichspannungsquelle parallel geschaltet, und die Spannung des Tongenerators wird stufenweise geregelt. Man liest dann für jeden Meßbereich punktweise den Ausschlag am Anzeigeinstrument ab und erhält so entsprechende Eichpunkte, mit denen eine Skala gezeichnet werden kann. Das Zeichnen von Skalen ist etwas mühsam, und die Skala fällt nicht immer so sauber aus, wie man möchte; man kann daher auf das Eintragen von Zahlenwerten verzichten und eine Eichkurve anlegen, aus der man den Zusammenhang zwischen dem Zeigerausschlag und der angelegten Wechselspannung entnimmt.

104 Mit den beschriebenen Spannungsmessern kommt man bei einfachen Meßversuchen ohne weiteres aus. Grundsätzlich erfolgt natürlich auch die Messung einer Hochfrequenzspannung ebenso wie die einer Gleichspannung: Man schaltet den Spannungsmesser parallel zu den Anschlüssen, an denen die zu messende Spannung herrscht. Bei einer Gleichspannungsmessung ist es in bezug auf das Meßobjekt gleich, ob die Leitungen zwischen Meßobjekt und Meßinstrument lang oder kurz sind. Bei Hochfrequenzspannungen sollen die Leitungen so kurz wie nur möglich sein, denn sonst können erhebliche Meßfehler auftreten. Will man zum Beispiel die Spannung an einem Hochfrequenz-Schwingkreis messen, dessen Kreiskapazität nur 50 pF beträgt, dann bedeutet schon das Zufügen einer Kapazität von etwa 5 pF eine empfindliche Verstimmung des Kreises. Mit einer solchen Kapazität müssen wir aber bereits bei der Schaltung nach Bild 50 rechnen, denn die Katoden-Anoden-Kapazität der Meßdiode (obere Hälfte) hat schon einen bestimmten Wert. Auch bei kürzester Zuleitung würde sich also eine Rückwirkung auf das Meßobjekt ergeben, weil der Kreis verstimmt wird. Hätten wir nun aber noch längere Leitungen zwischen Meßobjekt und Röhrenvoltmeter, so würde sich deren Kapazität zu der Eingangskapazität des Röhrenvoltmeters addieren und den Meßfehler in unzulässigem Maße vergrößern. Bei sehr hohen Frequenzen spielt auch die Induktivität der Leitungen eine Rolle, die dann gewissermaßen als Vorwiderstand wirkt und die Spannung an der Meßdiode verringert. Man merke sich daher für Hochfrequenzspannungsmessungen folgende Grundregel:

Die Verbindungen zwischen dem Meßobjekt und dem Meßgerät sollen so kurz und so kapazitätsarm wie nur irgend möglich sein.

Schon bei den Gleichspannungsmessungen haben wir gesehen, daß der Eigenverbrauch eines Meßinstrumentes Spannungsabfälle am Innenwiderstand des Meßobjektes hervorrufen kann, so daß eine niedrigere Spannung als vorhanden angezeigt wird. Diese Gefahr ist bei vielen Hochfrequenz-Meßobjekten besonders groß, da man häufig mit beträchtlichen Innenwiderständen rechnen muß. Wir kommen darauf zu sprechen, sobald wir uns den Messungen an Schwingkreisen zuwenden.

4.2. Strommessungen im Hochfrequenzgebiet

In der Hochfrequenztechnik vermeidet man direkte Strommessungen, wo es nur immer geht, besonders wenn es sich um niedrige Ströme handelt. Höhere Hochfrequenzströme lassen sich zwar direkt mit Zeigerinstrumenten, vor allem mit Thermoamperemetern oder mit Hitzdrahtinstrumenten, messen. In unserer Praxis werden wir es damit jedoch kaum zu tun haben. Interessiert daher wirklich einmal ein Hochfrequenzstrom, so wird man ihn stets über den Umweg der schon öfter beschriebenen Strom-Spannungs-Methode ermitteln. Man legt also in den Stromkreis, in dem der zu messende Strom fließt, einen möglichst kleinen 105
Widerstand und mißt mit einem Röhrenvoltmeter den daran auftretenden Hochfrequenz-Spannungsabfall. Dabei muß man aber immer darauf achten, daß das Einschalten des Hilfswiderstandes die Verhältnisse im Stromkreis nicht nennenswert stört. Niemals darf der Hilfswiderstand in die Größenordnung der Summe aller Betriebswiderstände kommen. Das bedeutet, daß man meistens mit sehr kleinen Widerständen und damit auch mit sehr kleinen Spannungsabfällen arbeiten muß, die wiederum sehr empfindliche Instrumente zur Spannungsmessung voraussetzen. Sinngemäß gelten daher die Ausführungen der früheren Abschnitte auch für Hochfrequenz-Strommessungen.

Das Prinzip der Messung mit einem Thermoinstrument sei an Hand von Bild 51 kurz erläutert. Es gibt die sogenannten Thermo-

Bild 51. Prinzip der Thermostrommessung

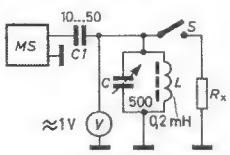
kreuze, die aus einem Heizdraht bestehen, durch den der zu messende Strom fließt. Das ist im Bild 51 der Strom I_h. Der Heizdraht erhitzt die Lötstelle eines Thermoelements, an dessen Enden dann eine Gleichspannung in der Größenordnung von Millivolt auftritt, die mit einem Voltmeter *V* gemessen werden kann. Der Ausschlag wächst jedoch nicht linear mit dem Hochfrequenzstrom, sondern es ergibt sich ein annähernd quadratischer Zusammenhang, den man bei der Eichung berücksichtigen muß. Da gute Thermokreuze teuer sind und in der normalen Praxis die Strom-Spannungs-Methode ausreicht, soll die Eichung eines Thermoinstrumentes nicht näher beschrieben werden. Zur Strom-Spannungs-Messung sei noch erwähnt, daß auch hier der Grundsatz gilt, möglichst kurze Leitungen zwischen dem Meßwiderstand und dem Spannungsmesser zu verwenden. Die Verhältnisse sind hier allerdings etwas unkritischer, da der Meßwiderstand meistens sehr klein ist, so daß sich zum Beispiel kapazitive Einflüsse weniger auswirken.

4.3. Messung von Wirkwiderständen im Hochfrequenzgebiet

Grundsätzlich könnte man den zu messenden Wirkwiderstand an eine Hochfrequenzspannungsquelle legen, deren Spannung bekannt ist, und den fließenden Strom bestimmen. Diese Methode wird in der Praxis aber nie angewendet, einerseits weil die im Abschnitt 4.2. geschilderten Schwierigkeiten mit der Strommessung auftreten, andererseits weil man eventuell vorhandene Blindkomponenten, die der betreffende Wirkwiderstand aufweist, dadurch nicht ausschalten kann.

Besser kommt man mit einer Hilfsschaltung nach Bild 52 zum 106
Ziel. Die Methode soll hier nur kurz angedeutet werden, weil wir später (im Rahmen der Messungen an Schwingkreisen) noch aus-

Bild 52. Zur Widerstandsmessung bei Hochfrequenz



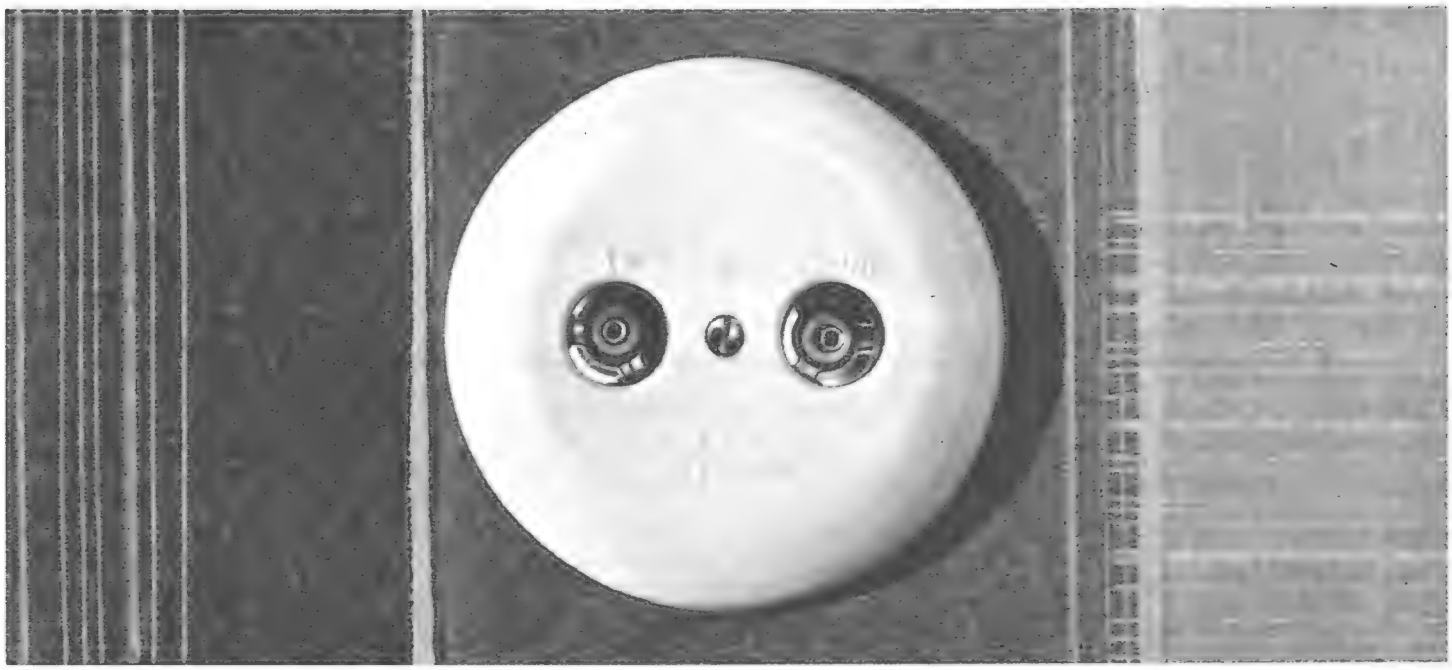
führlich darauf zurückkommen. Ein Meßsender *MS* speist über einen kleinen Kondensator *C 1* einen Schwingkreis *C, L*, der auf Resonanz abgestimmt ist. Die Resonanzspannung, die mit dem Röhrenvoltmeter *V* gemessen wird, erreicht bei gegebener Meßsenderspannung einen bestimmten Wert. Nun schaltet man den zu bestimmenden Wirkwiderstand R_x mit dem Schalter *S* parallel zum Schwingkreis. Stimmt man dann wegen der stets vorhandenen Blindkomponenten wieder auf Resonanz nach, so ergibt sich ein kleinerer Ausschlag am Röhrenvoltmeter, weil R_x den Schwingkreis entsprechend dämpft. Aus den beiden abgelesenen

auch für ganz Neue

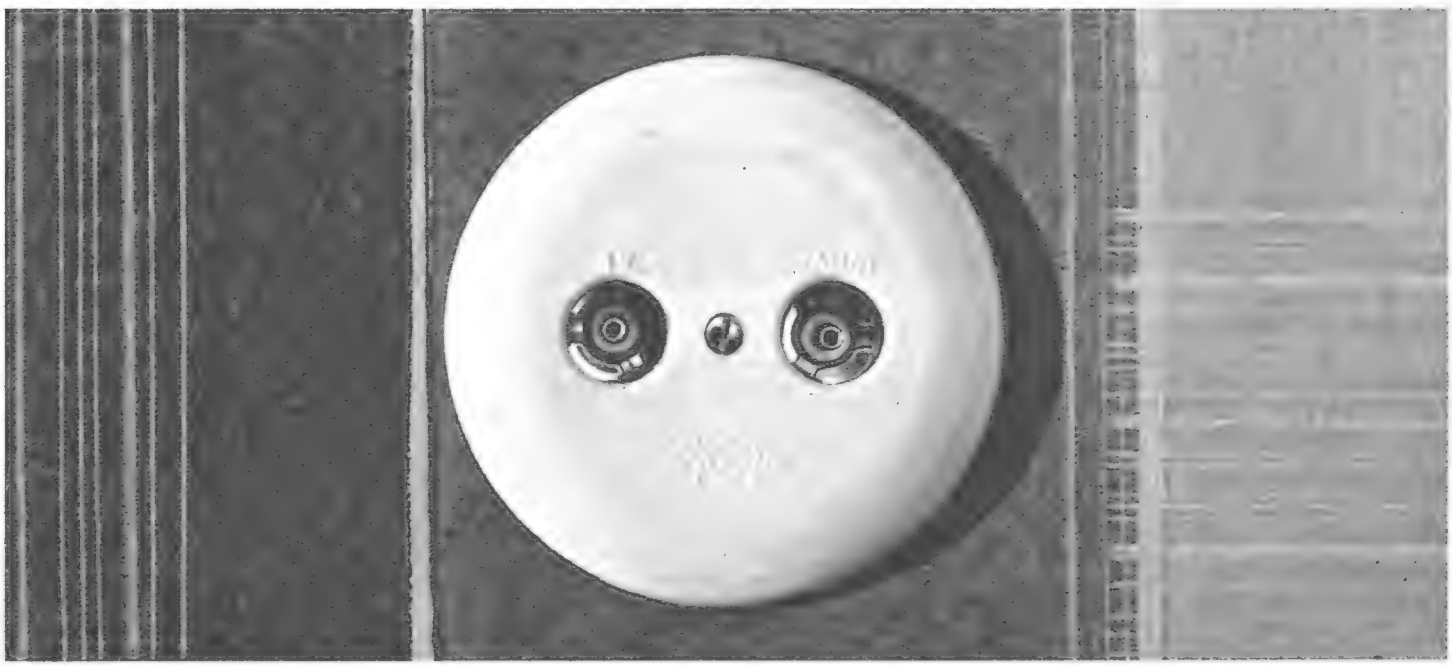
Das Heninger-Sortiment kommt jedem entgegen: 900 Fernseh-Ersatzteile, alle von namhaften Herstellern. Qualität im Original – greifbar ohne Lieferfristen, zum Industriepreis und zu den günstigen Heninger-Konditionen.

Lieferung nur an Fernsehwerkstätten (Privat-Besteller bleiben unbeliefert)

Ersatzteile durch Heninger



Das ist eine Antennensteckdose fürs Schwarzweiß-Fernsehen



. . . und das ist eine für das Farbfernsehen.

Es sind die gleichen Dosen. Auch dahinter gibt es keinen Unterschied: Alles sieht für Farbe genauso aus wie für Schwarzweiß. Denn für das Farbfernsehen braucht man keine besonderen Antennen und keine speziellen Verstärker. Man braucht nur eins: Qualitäts-Bauteile.

ELTRONIK-Bauteile.

Jede ELTRONIK-Fernsehantenne, die Sie in den letzten fünf Jahren verkauft haben, und jedes ELTRONIK-Gemeinschaftsantennen-Bauteil, das fachgerecht installiert wurde, ist voll

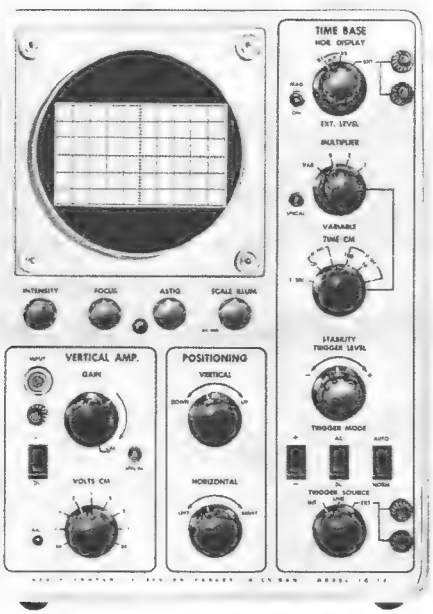
farbfernsehtüchtig.

ELTRONIK-Fernsehantennen und Gemeinschaftsantennen-Bauteile sind Erzeugnisse der

ROBERT BOSCH ELEKTRONIK UND PHOTOKINO GMBH

Neue Oszillografen

- für Wissenschaft und Forschung
- für die moderne Service-Werkstatt



◀ Labor-Gleichspannungsoszillograf IO-14

Ein hochwertiger Labor-Oszillograf mit 13-cm-Bildröhre, der in erster Linie für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in der Rundfunk-, Fernseh- und Fernmeldeindustrie geschaffen wurde, sich aber ebenso gut für wissenschaftliche Zwecke, insbesondere zur Untersuchung extrem langsam ablaufender Vorgänge eignet. Um auch sehr hohen Ansprüchen bezüglich Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Stabilität zu genügen, wurde bei der Konstruktion dieses Oszillografen ein technischer Aufwand getrieben, den man sonst nur bei Geräten einer weitaus höheren Preisklasse findet. Hier einige der wesentlichen Vorzüge des neuen HEATHKIT-Labor-Gleichspannungsoszillografen IO-14:

- Frequenzbereich des Y-Verstärkers 0 . . . 8 MHz
- Eingangsempfindlichkeit 50 mV/cm bei Gleich- und Wechselspannung
- Anstiegszeit 40 nSek.
- Eingebaute 0,25 μSek.-Laufzeitverzögerungsleitungen
- Geeichter und kompensierter 9stufiger Eingangsteiler
- 18 getriggerte Kippgeschwindigkeiten von 0,5 Sek/cm bis 1 μSek/cm
- Vielfache Triggermöglichkeiten
- Max. Kippgeschwindigkeit 0,2 μSek/cm durch 5fache Dehnung des Zeitmaßstabes
- Wirksame Kühlung auch bei Dauerbetrieb durch eingebauten Lüfter
- Elektronisch stabilisiertes Netzteil mit besonders großem Regelbereich, Netzanschluß: 105–125/210–250 V, 50–60 Hz, 380 VA
- Außerordentlich stabiler Rahmenbau auf U-Profilen
- Einfacher Selbstbau durch weitgehende Verwendung gedruckter Schaltungen und übersichtliche Verdrahtung mit Kabelbäumen.

Der HEATHKIT-Labor-Gleichspannungsoszillograf ist vorläufig nur als Bausatz lieferbar.

Preis DM 1795,–

Liefertermin und Preis des betriebsfertigen Gerätes stehen noch nicht fest.

HEATHKIT-Klein-Oszillograf OS-2 ▶

Ein besonders für den reisenden Kundendienst-Techniker geschaffener Allzweck-Oszillograf – klein, handlich, leicht, dabei robust, zuverlässig und genau. Dank seiner hervorragenden technischen Eigenschaften ist dieser neue HEATHKIT-Oszillograf aber genau so gut für die moderne Rundfunk- und Fernseh-Service-Werkstatt, Wissenschaftler, Konstrukteure, Funkamateure, Lehrwerkstätten und für Schulzwecke geeignet.

Technische Daten:
Y-VERSTÄRKER – Frequenzbereich: 2 Hz . . . 3 MHz ± 3 dB; **Eingangsempfindlichkeit:** 100 mV_{eff}/cm; **Eingangsimpedanz:** 3,3 MΩ/20 pF; **X-VERSTÄRKER – Frequenzbereich:** 2 Hz . . . 300 kHz ± 3 dB; **Eingangsempfindlichkeit:** 100 mV_{eff}/cm; **Eingangsimpedanz:** 10 MΩ/20 pF; **ZEITABLENKGENERATOR – Schaltungsart:** Selbstschwingender Kippgenerator mit Multivibrator; **Kippfrequenzen:** 20 Hz . . . 200 kHz in 4 Bereichen; **Synchronisation:** automatisch durch selbstbegrenzende Kathodenfolgestufe; **Strahlsteuerung:** Helltastung und Strahlrücklaufunterdrückung in allen Bereichen wirksam; **Sonstiges:** 7 Röhren (1 – ECF 80, 4 – ECC 82, 1 – ECC 83, 1 – EZ 80), 7-cm-Kathodenstrahlröhre 3 RP 1, grün, mittl. Nachleuchtdauer; Eichspannungs-Ausgangsbuchse: 1 V_{SS}/50 Hz; separater Z-Eingang; **Netzanschluß:** 200–250 V, 40–60 Hz, 40 VA; **Abmessungen:** 127 × 185 × 305 mm; **Gewicht:** ca. 5 kg.

Preise: Bausatz: DM 349,– **betriebsfertig: DM 499,–**

PREISSENKUNG!

Durch rationellere Fertigungsmethoden und günstigere Einfuhren konnten wir die Preise unseres bewährten **Allzweck-Oszillografen IO-21 E** beachtlich senken. Dieses Gerät kostet ab sofort als Bausatz nur noch **DM 275,-** (bisher DM 299,-), betriebsfertig nur noch **DM 399,-** (bisher DM 499,-). Lassen Sie sich diese günstige Gelegenheit nicht entgehen!
Sämtliche HEATHKIT-Bausätze und -Fertiggeräte über DM 100,- sind auch auf Teilzahlung lieferbar. Unsere günstigen Teilzahlungsbedingungen erfahren Sie auf Anfrage.

(Angaben bitte in Druckschrift)

Ich bitte um Zusendung des großen HEATHKIT-Kataloges 1966 ○

Ich bitte um Zusendung folgender technischer Einzelbeschreibungen ○

(Zutreffendes bitte ankreuzen)

(Bitte Typen-Nr. angeben)

Name:

Postleitzahl und Wohnort:

Straße und Hausnummer:

HEATHKIT-Geräte GmbH
6079 Sprendlingen bei Frankfurt, Robert-Bosch-Str.
Telefon 0 61 03, 6 89 71, 6 89 72, 6 89 73

Zweigniederlassung
HEATHKIT-ELEKTRONIK-ZENTRUM
8 München 23, Wartburgplatz 7, Telefon 33 89 47

Österreich: Daystrom Overseas GmbH, Wien XII, Tivoligasse 74
Schweiz: Daystrom S.A., 8 Ave de Frontenex 1211 Genf 6
Daystrom S.A., Badener Straße 33, 8040 Zürich 40
Telion AG, Albisrieder Straße 232, 8047 Zürich 47
Schweden: Schlumberger Svenska AB Vesslevägen 2-4
Lidingö 1/Stockholm

Der Versand von HEATHKIT-Bausätzen und -Fertiggeräten innerhalb der Bundesrepublik u. nach West-Berlin erfolgt porto- u. frachtfrei.

Spannungswerten läßt sich der Widerstand berechnen. Es gilt

$$R_x = \frac{R_{res}}{\frac{U_2}{U_1} - 1}.$$

Darin bedeutet U_2 die Resonanzspannung ohne, U_1 die Resonanzspannung mit parallel geschaltetem Widerstand R_x. R_{res} ist der Resonanzwiderstand des Schwingkreises, der natürlich bekannt sein muß. Hierüber erfahren wir Näheres im Abschnitt 4.12. An Hand von Bild 52 sollte nur gezeigt werden, wie man Wirkwiderstände im Hochfrequenzgebiet mißt; es kommt darauf an, die stets vorhandene Blindkomponente in irgendeiner Form zu kompensieren, was bei unserer Schaltung durch Nachstimmen des Schwingkreises auf Resonanz erfolgt.

4.4. Kapazitätsmessungen bei Hochfrequenz

Höhere Frequenzen eignen sich vor allem zur Messung verhältnismäßig kleiner Kapazitäten. Es gibt verschiedene Methoden, beispielsweise die Brückenmethoden, die auch noch bei Hochfrequenz anwendbar sind. Sie arbeiten prinzipiell ebenso wie die im Abschnitt 3.4. beschriebenen Kapazitätsmeßbrücken. Auch eine Strom-Spannungs-Meßmethode wäre denkbar, aber sie kommt wegen der Schwierigkeit der Strommessung meistens nicht in Betracht. Gut bewährt hat sich die Spannungsteilermethode, die im
107 Bild 53 angegeben ist. Wir können diese Schaltung ohne weiteres aufbauen, denn sie ist unkritisch und erfordert nur wenige Einzelteile. Zunächst denken wir uns den Schalter S geöffnet. Dann

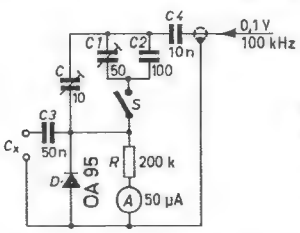


Bild 53. Ein einfacher Kapazitätsmesser

gelangt die Spannung eines Meßsenders, der etwa 0,1 V bei 100 kHz liefern soll, über den Trennkondensator $C\,4$ zu einem Spannungsteiler, der aus C und dem zu messenden Kondensator C_x besteht. Der Kondensator $C\,3$ soll stets sehr groß gegenüber C_x und C sein, so daß er auf die Messung keinen Einfluß hat. Die an C_x liegende Spannung wird mit der Diode D gleichgerichtet und mit dem Instrument A angezeigt. Man reguliert nun bei abgetrenntem C_x zunächst mit C die Spannung so ein, daß das Instrument Vollausschlag liefert. Schaltet man dann C_x ein, so entsteht infolge der Spannungsteilung an C ein erheblicher Spannungsabfall, und der Ausschlag geht zurück. Er wird um so kleiner, je größer C_x ist. Der Zeigerausschlag des Instrumentes ist also ein Maß für die Kapazität.

108 Bei offenem Schalter S kann man auf diese Weise Kapazitäten zwischen etwa 0 und 500 pF leicht messen. Schaltet man S ein, so vergrößert sich C um $C\,1$ und $C\,2$. Jetzt lassen sich größere Kapazitäten C_x messen, weil der Spannungsabfall an den parallel geschalteten Kondensatoren entsprechend kleiner wird. Die Einstellung erfolgt im übrigen genauso wie schon beschrieben; nachgeregelt wird $C\,1$. In dieser Schaltung ergibt sich ein Meßbereich zwischen 0 und 10 nF. Die Meßgenauigkeit hängt vor allem von der Spannungskonstanz des Meßsenders ab. Die Frequenz spielt keine allzu große Rolle, da ein rein kapazitiver Spannungsteiler frequenzunabhängig ist. Es kommt natürlich auch auf eine genaue Einstellung der Trimmer C und $C\,1$ an. Das Gerät läßt sich auch als geschlossene Einheit bauen, wenn man einen kleinen zusätzlichen Hochfrequenzgenerator, etwa einen Transistoroszillator verwendet, der zusammen mit der Meßschaltung in ein Gehäuse eingebaut wird.

Eine der bekanntesten und beliebtesten Methoden der Kapazitätsmessung arbeitet nach Bild 54. Wie im Bild 52 ist ein Meßsender

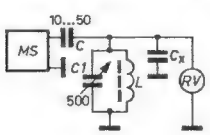


Bild 54. Grundschaltung zur Messung von Kapazität und Selbstinduktion bei HF

MS vorhanden, der über den kleinen Kondensator C an den Schwingkreis $C\,1$, L angekoppelt ist. Parallel dazu liegt ein Röhrenvoltmeter RV. Der Kondensator $C\,1$ muß unbedingt in Kapa-
109 zitätswerten geeicht sein. Dazu benötigen wir Vergleichskondensatoren, wofür sich am besten gute keramische Kondensatoren

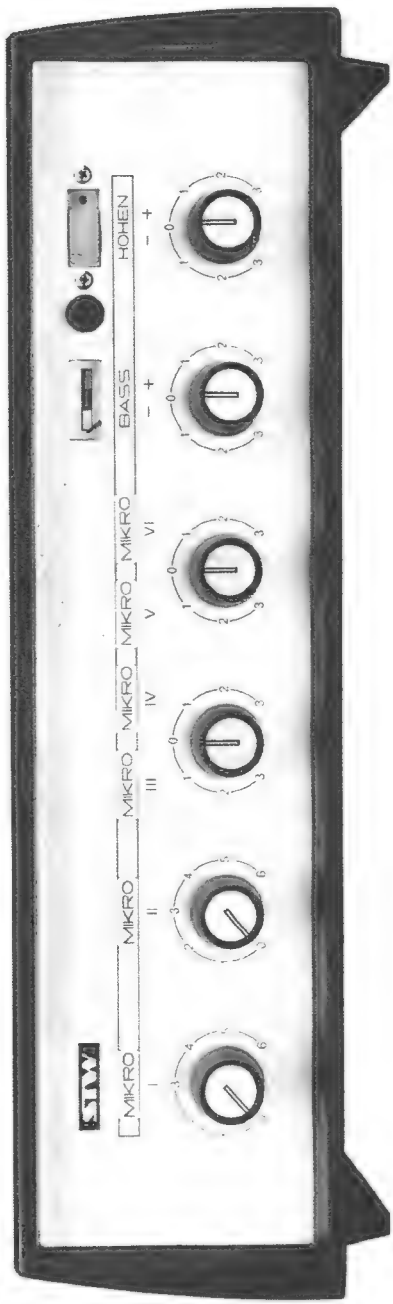
Können Sie das?

6

dynamische Mikrofone an einem Verstärker anschließen und beliebig mischen?

Oder 6 Phonogeräte?
Oder 6 Gitarren?
Oder 4 Mikrofone und 1 Phonogerät und 1 Bandgerät?
Oder. Oder ...
Alles mit Summenregler.
Wenn Sie wollen auch aus 20 m Entfernung?

Wir bieten Ihnen diese Möglichkeit! So wie Sie es brauchen. Und Ihnen unsere Normbestückung nicht gefällt. Oder machen es selbst. Auch nach drei Jahren, mit Schraubenzieher und einer Steckeinheit. Einer von Neun. Am Einsatzort, nicht in der Werkstatt!



Wollen Sie mehr über diese interessante Neukonstruktion wissen? Dann schreiben Sie uns und verlangen das Datenblatt der neuen Mischverstärker MV-Reihe.

Brauchen Sie noch mehr? Zum Beispiel Mikrofone, oder Lautsprecher, oder Verstärkerzentralen? Oder komplette Übertragungsanlagen? Dann verlangen Sie unseren Katalog – ELEKTROAKUSTIK –

ELEKTROAKUSTIK

STW

Stange u. Wolfrum • 1 Berlin 61 • Ritterstraße 11
Tel. (0311) 61 04 46 • FS 01 84819

ROKA

ANTENNENSTECKER UND BUCHSEN

NACH IEC- UND DIN-NORM

Kein Löten!

Montage der Stecker durch einfache und zeitsparende Quetschverbindung

A.M

F.M

U.H.F

V.H.F

Kein Schrauben!

Buchse eindrücken und schon fester Sitz im Chassis durch Einrasten von 2 federnden Keilen

Schnell · Bequem · Fortschrittlich

ROBERT KARST · 1 BERLIN 61

GNEISENAUSTRASSE 27 · TELEFON 66 56 36 · TELEX 018 3057

warum schwere pistolen?

leichter lötet

ERSA

»ERSA-Sprint«, das neue Schnell-Lötgerät, vereinigt die Vorteile eines Lötkolbens mit denen einer Lötpistole. Sekundenrasche Aufheizzeit — ca. 10 sec. Federleicht — ohne Trafo. Mehr verrät Ihnen ERSA · 698 Wertheim/Main

Lieferung nur durch den Fachhandel

Neuerscheinung

FUNK TECHNIK BÜCHER

HEINZ RICHTER

Elektrotechnische Experimentier-Praxis

Elementare Radio-Elektronik

AUS DEM INHALT:

Einleitung

Elektrotechnische und elektronische Grundlagen im Experiment

Erscheinungsformen und Wirkungen der Elektrizität: Ohne künstliche Hilfsmittel wahrnehmbare elektrische Erscheinungen · Durch umformende Hilfsmittel wahrnehmbare elektrische Erscheinungen

Erzeugung von Elektrizität: Elektrizität in der Natur · Künstliche Elektrizitätserzeugung

Messungen zu den Grundgesetzen: Elektrostatische Messungen · Messungen zu den Grundlagen der Gleichstromtechnik · Messungen zu den Grundlagen der Wechselstromtechnik

Messungen zu den Grundlagen elektronischer Bauelemente: Messungen zu den Grundlagen der Röhrentechnik · Messungen an Transistoren · Versuche und Messungen zur Photoelektrizität · Versuche und Messungen mit Gasentladungsröhren

Experimentelle Untersuchung rundfunktechnischer und elektronischer Grundschaltungen

Hochfrequenzempfangstechnik: Grundlagen des Rundfunkempfangs · Versuche mit einem einfachen Detektorempfänger · Versuche mit einem einfachen Transistorempfänger · Anodengleichrichter (Richtverstärker) · Gittergleichrichter (Audion) · Überlagerungsprinzip (Transponierungsempfänger) · Hochfrequenzverstärkung

Niederfrequenztechnik und Elektroakustik: Wichtige allgemeine Grundlagen · Tonfrequenzverstärker mit Röhren · Tonfrequenzverstärker mit Transistoren · Tonfrequenzerzeuger · Tonfrequenzverbraucher

Elektronische Generatoren: Wichtige allgemeine Grundlagen elektronischer Generatoren · Röhrensender für Hochfrequenz · Transistorsender für Hochfrequenz · Tonfrequenzgeneratoren für Sinusschwingungen · Generatoren für verzerrte Schwingungen

Elektronische Schaltungstechnik: Stabilisierungsschaltungen · Frequenzteilung · Photoelektronik · Heißleitertechnik · Grundlagen des Thyratrons

243 Seiten · 157 Bilder · 301 Versuche · Ganzleinen 23,- DM

Zu beziehen durch jede Buchhandlung im Inland und Ausland sowie durch den Verlag *Spezialprospekt auf Anforderung*

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH

Berlin-Borsigwalde · Postanschrift: 1 Berlin 52

mit einer Toleranz von ± 1 % eignen. Wir beschaffen uns acht Stück mit den Werten 22, 39, 56, 82, 100, 220, 330 und 470 pF. Für die Spule *L* verwenden wir eine *Vogt*-Topfspule „T 21/18", die mit 65 Wdg. 0,2-mm-CuL-Draht bewickelt wird. Das ergibt eine Induktivität von etwa 0,2 mH.

Jetzt können wir mit der Eichung des Drehkondensators beginnen. Wir klemmen ihn zunächst ab und schalten an seine Stelle den ersten Vergleichskondensator von 22 pF, dessen Kapazität ungefähr mit der Anfangskapazität des Drehkondensators übereinstimmt. Nunmehr verstellen wir die Frequenz des Meßsenders so lange, bis das Röhrenvoltmeter Maximalausschlag zeigt und notieren den zugehörigen Frequenzwert. Dann setzen wir den nächsten Kondensator ein, stimmen wieder die Frequenz bis zum Höchstausschlag nach, notieren die Frequenz usw. Nachdem das bei allen acht Kondensatoren durchgeführt ist, schalten wir den Drehkondensator an, stellen den zuerst gefundenen Frequenzwert ein und stimmen den Kondensator so ab, daß wieder Höchstausschlag an *RV* auftritt. Anschließend stellen wir den zweiten gefundenen Frequenzwert ein, stimmen den Drehkondensator von neuem auf Höchstausschlag und verfahren ebenso mit den übrigen Frequenzwerten. Zu jedem Frequenzwert gehört eine bestimmte Skalenstellung des Drehkondensators, und da die Kapazitätswerte bekannt sind, entspricht jedem gefundenen Skalenwert eine bestimmte Kapazität. Auf diese Weise erhält man einen geeichten Kondensator. Das Verfahren ist natürlich nur so genau, wie es der Genauigkeit der Vergleichskondensatoren entspricht. Das genügt aber für unsere Zwecke vollauf.

Mit diesem geeichten Kondensator können wir nun sehr gut kleinere Kapazitäten messen. Wir stellen auf der Kondensatorskala eine bestimmte Kapazität, zum Beispiel 200 pF, ein und stimmen ohne C_x auf Resonanz ab. Dann schalten wir C_x parallel. Wir müssen jetzt *C 1* weiter herausdrehen, beispielsweise bis 70 pF. Dann ist der Wert des unbekannten Kondensators $C_x = 200 - 70 = 130$ pF. Der gesuchte Kapazitätswert ist also stets die Differenz aus dem Kapazitätswert, bei dem der Kreis bei einer bestimmten Frequenz ohne C_x Resonanz zeigt, und dem Kapazitätswert, bei dem mit zugeschaltetem C_x Resonanz eintritt. Die Messung hängt weitgehend von der Genauigkeit ab, mit der wir den Vergleichskondensator geeicht haben. Ferner muß die Frequenz möglichst konstant sein, weil jede Frequenzänderung die Resonanzverhältnisse verändert. Die Meßfehler bleiben bei dieser Meßmethode unter ± 3 %, besonders wenn das Resonanzmaximum scharf ist, was bei kleinem Koppelkondensator *C* und verlustfreier Spule im allgemeinen zutrifft. (Fortsetzung folgt)

Neue Bücher

Rim-Bastelbuch '66; Radio, Ela, Electronic, KW-Technik.
Herausgegeben von Radio-Rim. München 1966. 388 S. m. zahlr. B. Schutzgebühr 3,10 DM.

Das vor kurzem bereits in zweiter Auflage erschienene Rim-Bastelbuch '66 enthält im ersten Teil auf etwa 160 Seiten technische Daten, Beschreibungen und Schaltungen von bei *Radio-Rim* erhältlichen Bausätzen. Gegenüber den Bastelbüchern früherer Jahrgänge wurden wesentliche Neuentwicklungen aufgenommen, die sich insbesondere auch auf die Hi-Fi- und Stereo-Technik sowie auf moderne Meßgeräte erstrecken. Hier findet man viele Vorschläge für mannigfaltige Ausführungen von NF-Verstärkern, Entzerrern, Nachhallgeräten, Mischpulten, Rundfunk- und KW-Amateur-Geräten, Fernsteuersendern und -empfängern, aber auch für Stromversorgungsgeräte, Meßbrücken, Oszillografen und dergleichen. Die anschließende Literaturfibel mit Hinweisen auf viele Fachbücher nimmt einen Raum von 68 Seiten in Anspruch. Anschließend sind über 160 Seiten im Katalogteil unzähligen modernen Bauteilen, Geräten und Zubehör, Antennen und Werkzeugen vorbehalten. -e

Loewe Opta-Fernsehgeräte-Schaltungen 1958–1963.
Bearbeitet von F. Möhring, herausgegeben von der *Loewe Opta GmbH.* Kronach 1966. 236 S., DIN A 4, und 31 Schaltbilder, DIN A 3. Schutzgebühr 12,95 DM.

Das aufklappbare, broschierte Buch besteht aus zwei Teilen: Links ist der Textteil mit Gerätebeschreibungen, Serviceeinstellungen, Abgleich, Bauteil-Lageplänen und Ersatzteillisten untergebracht, rechts (in einem besonderen Teil zusammengeheftet) die Sammlung von Schaltbildern der Fernsehempfänger-Typen „651"–„33 080". Die Schaltbildersammlung läßt sich aus einer Einschiebetasche herausnehmen, so daß man beim Studium Text und Schaltbild nebeneinander zur Verfügung hat. Die Zusammenstellung wird vielen Servicetechnikern eine wertvolle Hilfe sein, da alte Schaltungsunterlagen in der Werkstatt oft nicht mehr greifbar sind. j.

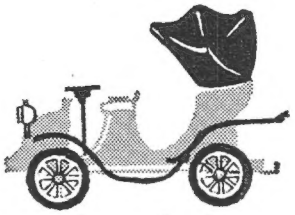
Viele tausend Musiker, Tonbandamateure
und Experten für Übertragungsanlagen sind
begeisterte Benutzer der BEYER-Mikrofone.

Jeder neue Besitzer des dynamischen
Richtmikrofons **M 610** wird ein neuer
Begeisterter der BEYER-Erzeugnisse sein.

M 610 ist mit und ohne Sprache-Musikschalter lieferbar

BEYER

EUGEN BEYER · ELEKTROTECHNISCHE FABRIK
71 HEILBRONN/NECKAR · THERESIENSTRASSE 8
POSTFACH 170 · TEL. 82348 · FERNSCHR. 7-28771



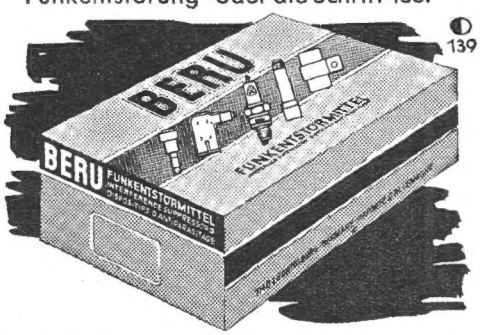
Ein Blick auf das Auto

um Modell und Baujahr festzustellen, dann ein Blick in die Liste über

BERU-Entstörmittelsätze für Funkentstörung im Auto

und schon hat man alles maß- und formgerecht zur Hand, was man zur Funkentstörung des Fahrzeuges braucht. Verlangen Sie das „ABC der Funkentstörung" oder die Schrift 433.

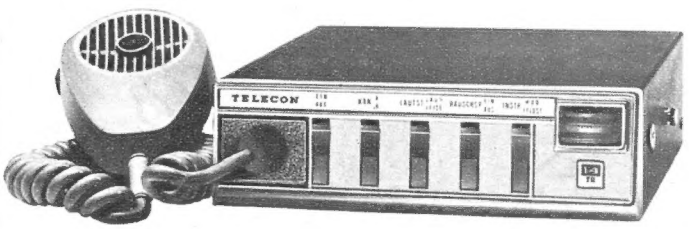
139



BERU VERKAUFS-GMBH/7140 LUDWIGSBURG

ACHTUNG!

Telecon-Sprechfunkgerät für Fahrzeuge im 27 MHz-Band



ganz neu! zugleich a. als Traggerät verwendbar · mit FTZ-Nr. postgepr. · zugelassen · FTZ-Serienprüf-Nr. K-563/65

- Leichter Einbau · schnell herauszunehmen!
- 14 Transistoren! ● 2 Kanäle! ● 2 Watt (input)

Preis DM 980,— (1 Kan. bequarzt) mit Einbauzubehör

Verkaufsangebote · Prospekte · Beratung · Kundendienst · Vertrieb durch Werksvertretungen:

Hessen, Rheinland-Pfalz, Saar:	Elektro-Versand KG – Telecon AG. W. Basemann 6 Frankfurt/Main-50, Am Eisernen Schlag 22 Tel. 06 11/51 51 01 oder 636 Friedberg/Hessen Hanauer Straße 51 · Tel. 0 60 31/72 26
Bayern:	Hummelt Handelsgesellschaft mbH, 8 München 23 Belgradstraße 68, Tel. 33 95 75
Nordrhein-Westfalen:	Funk-Technik GmbH, 5 Köln, Rolandstr. 74, Tel. 3 63 91
Baden-Württemberg:	Horst Neugebauer KG, 7742 St. Georgen im Schwarzw., Schoenblickstraße 25, Tel. 0 77 24/3 47
Berlin:	Reinhold Lange, 1 Berlin 30, Schöneberger Ufer 87, Tel. 03 11/13 14 07
Niedersachsen, Schleswig-Holstein:	TELECON, Wenzl Hruby, 2 Hamburg 50, Theodorstraße 41y, Tel. 89 22 88
Schweiz:	Noviton AG, In Böden 22, Postf., 8056 Zürich, Tel. (051) 57 12 47

Wenn Sie ein erfahrener Ingenieur der Hochfrequenztechnik, der Feinmechanik oder des Antennenbaues sind,

Wenn Sie darüber hinaus Fähigkeiten, Lust und Eignung dazu haben, im Außendienst ständigen Kontakt mit Menschen zu pflegen,

Wenn Sie außerdem gerne einen Fachvortrag halten, technische Unterlagen ausarbeiten und den Informationsfluß zwischen dem Stammhaus, einem größeren Vertreterstab und einem großen Kreis von Kunden in Handel und Industrie vermitteln,

Dann wartet auf Sie in einem der größten deutschen Industriebetriebe für Antennen und Radiozubehör in einer landschaftlich reizvollen süddeutschen Mittelstadt, mit allen schulischen Möglichkeiten, eine interessante, abwechslungsreiche und weithin selbständige Tätigkeit als

REISE-INGENIEUR

Reichen Sie bitte Ihre vollständigen Bewerbungsunterlagen mit Gehaltsvorstellung an unsere Personalabteilung ein

Hirschmann

Richard Hirschmann
Radiotechnisches Werk
73 Eßlingen a. N., Ottilienstr. 19
Postfach 110

Für unsere Fertigung von Hochfrequenz-Generatoren suchen wir **jungen**

HF-TECHNIKER (HTL)

mit gut fundierten theoretischen und praktischen Kenntnissen der Hochfrequenztechnik.

Wir bieten ausbaufähige Dauerstellung, angenehme Arbeitsbedingungen, 5-Tage-Woche und Altersversorgung. Wohnung kann gestellt werden.

Bewerber, die den gestellten Anforderungen gewachsen sind, bitten wir, Ihre Unterlagen (Lebenslauf, Zeugnisabschriften Foto) mit Angabe des frühesten Eintrittstermins, der Wohnungswünsche und Gehaltsansprüche zu richten an:

KÖRTING RADIO WERKE GMBH.,
8211 – GRASSAU/CHIEMGAU

Rundfunk- und Fernsehtechniker gesucht!

In einer landschaftlich herrlich gelegenen Stadt in Südwestdeutschland (35 000 Einwohner) sind wir Inhaber eines Rundfunk-Fernsehfachgeschäftes, mit neuzeitlich eingerichteter Werkstatt.

Für die ständig steigenden Aufgaben im Reparatur und Kundendienst, besonders im Hinblick auf den zu erwartenden Arbeitsanfall in der Farbfernsehtechnik, aber auch zur Erledigung von abwechslungsreichen Aufgaben in der Werkstatt und bei der Erstellung von Großgemeinschaftsantennenanlagen (Hochfrequenztechnische Arbeiten) sind wir dringend an einem weiteren Mitarbeiter interessiert.

Wir bitten junge Fachleute, die sich für ein derartiges Aufgabengebiet interessieren, uns ihre Bewerbungsunterlagen unter **F. S. 8484** zu übersenden.

Dem ausgewählten Bewerber wird ein selbständiger Arbeitsbereich mit betriebseigenen Kundendienstwagen übertragen. Wir sichern Ihnen eine leistungsgerechte und gute Bezahlung zu und erwarten ausgezeichnete Berufserfahrung und betriebsfördernde Einsatzbereitschaft.

Kaufgesuche

Röhren und Transistoren aller Art, kleine und große Posten gegen Kasse. **Röhren-Müller,** Kelkheim/Ts., Parkstr. 20

Labor-Meßinstrumente aller Art. Charlottenburger Motoren, Berlin W 35

Unterricht

Theoretische Fachkenntnisse in Radio- und Fernsehtechnik durch Christiani-Fernkurse Radiotechnik und Automation. Je 25 Lehrbriefe mit Aufgabenkorrektur und Abschlußzeugnis. 800 Seiten DIN A4 2300 Bilder, 350 Formeln und Tabellen. Studienmappe 8 Tage zur Probe mit Rückgaberecht. (Gewünschten Lehrgang bitte angeben.) Technisches Lehrinstitut Dr.-Ing. Christiani, Konstanz, Postf. 1957

Elkoflex

Isolierschlauchfabrik

Gewebehaltige, gewebelose und Glasseidensilicon-

Isolierschläuche

für die Elektro-, Radio- und Motorenindustrie

Werk Berlin NW 21, Huttenstr. 41-44

Zweigwerk Gartenberg / Obb., Rübezahlstr. 663

Auf Draht bleiben

durch Studium moderner

FACHBÜCHER

Immer dabei mit neuer „RIM-Literaturfibel" und Katalog „Meß- und Prüfgeräte gratis — Postkarte genügt

„RIM-Bausteinfibel" Nachn. DM 4,80

RADIO-RIM • Abt. Literatur
8 München 15 • Postfach 275

Zur Ergänzung unserer Redaktion

suchen wir einen

jüngeren Mitarbeiter

möglichst Betriebswirt, Volkswirt oder Wirtschaftsingenieur

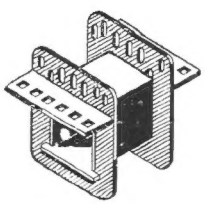
Herren mit praktischen Erfahrungen in Wirtschaft oder Presse sowie technischem Verständnis, die an einer entwicklungsfähigen Dauerstellung interessiert sind, bitten wir um eine ausführliche Bewerbung mit Lebenslauf, Tätigkeitsnachweis und Gehaltsanspruch an

LICHTTECHNIK

1 Berlin-Borsigwalde (52)
Eichborndamm 141-167

KARLGUTH
1 BERLIN 36
Reichenberger Straße 23

Schachtelbare Spulenkörper
Din 41304 M- u. EJ-Serie



VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde. Postanschrift: 1 Berlin 52, Eichborndamm 141-167. Tel.: (03 11) 4 12 10 31. Telegramme: Funktechnik Berlin. Fernschreiber: 01 81 632 vrfkt. Chefredakteur: Wilhelm Roth, Stellvertreter: Albert Jänicke, Techn. Redakteure: Ulrich Radke, Fritz Gutschmidt, sämtlich Berlin. Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Kempten/Allgäu. Anzeigendirektion: Walter Bartsch, Anzeigenleitung: Marianne Weidemann, Berlin. Chefgraphiker: B. W. Beerwirth, Berlin. Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH. Postscheck: Berlin West 7664 oder Bank für Handel und Industrie AG, 1 Berlin 65, Konto 7 9302. Bestellungen beim Verlag, bei der Post und beim Buch- und Zeitschriftenhandel. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Abonnementspreis bei Postbezug im Inland monatlich 3,55 DM einschl. Postgebühren, im Ausland 3,70 DM zuzüglich Porto. Einzelheft im In- und Ausland 1,90 DM zuzüglich Porto. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkeln aufgenommen werden. Nachdruck – auch in fremden Sprachen – und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Druck: Druckhaus Tempelhof

VALVO BAUELEMENTE FÜR DIE GESAMTE ELEKTRONIK

Silizium-Planar-Transistoren für die Rundfunk-Fernseh- und NF-Technik

Für das weitverzweigte Gebiet der Unterhaltungselektronik haben wir ein Schwerpunktprogramm mit Silizium-Planar-Transistoren entwickelt.
Die modernen Herstellungsverfahren der Planartechnik erlauben die weitgehende Anpassung an die unterschiedlichsten Anforderungen, die in der NF-, HF- und Impulstechnik gestellt werden. Die inaktive Oberfläche des Kristalls ermöglicht die Verwendung von Kunststoffen als Umhüllung, wobei durch neue Gehäuseformen eine bessere Flächenausnutzung in den Geräten erreicht werden kann.
Die folgende Zusammenstellung gibt einen Überblick. (Neue Typen sind auf weißem Feld hervorgehoben.)

Fernsehen	Bild-ZF-Stufen	**BF 167**	**BF 173**		
	Ton-ZF-Stufen	**BF 184**	**BF 185**	**BF 194**	**BF 195**
	Impulsverarbeitung	**BC 107**	**BC 108**		
	Video-Endstufen für Schwarzweiß-Empfänger	**BF 177**	**BF 178**		
Rundfunk- und NF-Technik	UKW-Vor- und Mischstufen	**BF 115**	**BF 185**	**BF 195**	
	AM-Eingangsstufen	**BF 184**	**BF 185**	**BF 194**	**BF 195**
	AM- und FM-ZF-Stufen	**BF 184**	**BF 185**	**BF 194**	**BF 195**
	Rauscharme NF-Vorstufen	**BC 109**			
	NF-Treiberstufen für Komplementär-Endstufen kleiner Leistung	**BC 107**	**BC 108**		

A 0566/715 f

VALVO GMBH HAMBURG